



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**"ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS
DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA
CHANCAY - LAMBAYEQUE"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

AUTOR:

Bach. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA

**LAMBAYEQUE - PERU
2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS
DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA
CHANCAY - LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
ING. AGRÍCOLA**

AUTOR: Bach. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA

Lambayeque – Perú

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS
DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS – CUENCA
CHANCAY - LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
ING. AGRÍCOLA**

AUTOR: Bach. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA

Lambayeque – Perú

2014

ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE

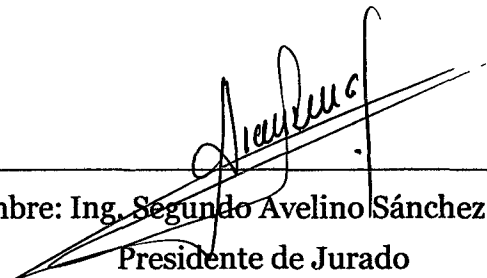
Por:

Bach. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA

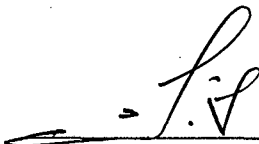
Presentada a la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad
Nacional Pedro Ruiz Gallo, para optar el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR:



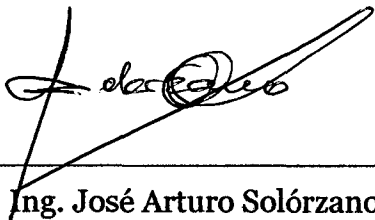
Nombre: Ing. Segundo Avelino Sánchez Cusma
Presidente de Jurado



Nombre: Ing. Victoriano Célis Jiménez
Secretario de Jurado



Nombre: Ing. Luis Armando Toledo Casanova
Vocal de Jurado



Nombre: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles
Patrocinador

Lambayeque, 2014

DEDICATORIA

A mis padres, por ser el pilar fundamental, por todo su esfuerzo, sacrificio, y apoyo con los recursos necesarios para estudiar. Para ellos mi Amor, Obediencia y Respeto.

A mi hermana y familiares, por su preocupación y apoyo incondicional en todo momento.

A la persona que siempre está a mi lado apoyándome en todos los momentos buenos y malos, porque a pesar de las circunstancias, siempre estamos juntos para salir adelante, a Lennina F. Para ella mi más grande y sincero amor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente, por permitirme culminar satisfactoriamente el esfuerzo de todos estos años de estudio.

A mi asesor Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles, por su principal apoyo y guía en el trabajo de tesis.

Al Ing. Marcel Pérez Becerra, por la orientación, ayuda y amistad que me brindó, para la realización de esta tesis.

A mi Tío Ing. Pastor Espinoza Chilón, quien siempre estuvo al pendiente orientándome correctamente para que todo pueda culminar exitosamente. A él mi más grande respeto y admiración.

Al Proyecto Especial Olmos Tinajones, a la Gerencia de Desarrollo Tinajones por ofrecerme el apoyo con la información y el espacio adecuado para desarrollar el trabajo de tesis.

A mis amigos y compañeros, quienes de una u otra forma han contribuido y participado para alcanzar la meta trazada, en especial a mi amigo Sandro L.

I.	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Generalidades	13
1.2	Antecedentes	14
1.3	Problemática	14
1.4	Justificación e Importancia	15
1.5	Objetivos	17
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Marco Teórico	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1	Materiales	20
3.1.1	Aspectos Geográficos y Demográficos de la Zona De Estudio	20
3.1.1.1	Ubicación Política	20
3.1.1.2	Ubicación Geográfica	20
3.1.1.3	Vías de Acceso	21
3.1.1.4	Extensión y Límites	22
3.1.2	Climatología	26
3.1.3	Geología General	35
3.1.4	Cobertura Vegetal	38
3.1.5	Descripción Sistema Hidrográfico	39
3.1.6	Descripción general - Infraestructura Hidráulica Tinajones	41
3.1.6.1	Bocatoma Raca Rumí	41
3.1.6.6	Impacto de Avenidas Infraestructura Hidráulica Tinajones	45
3.1.7	El Fenómeno del Niño y la incidencia Antropogénica	50
3.1.7.1	Definición del Fenómeno del Niño	50
3.1.7.2	Recurrencia del Fenómeno del Niño	50
3.1.8	Materiales utilizados	53
3.2	Metodología	54
3.2.1	Actividad Preliminar	54
IV.	RESULTADOS	59
4.1	Características Fisiográficas de la Subcuenca (Zona de estudio)	59
4.1.3.1	Área de Drenaje	62
4.1.3.2	Forma de la Cuenca	62
4.1.3.3	Coeficiente de Compacidad	63
4.1.3.4	Relieve de la Cuenca	63
4.1.3.5	Mediciones Lineales	65
4.1.3.6	Densidad de Drenaje	66

4.1.3.7	Extensión media de escurrimiento.....	67
4.1.3.8	Curva característica y altitud media.....	72
4.2	Análisis de Máximas Avenidas	75
4.2.1	Métodos Estadísticos para la determinación de la Precipitación Máxima.....	75
4.2.1.1	Distribución Normal o Gaussiana.....	76
4.2.1.2	Distribución Log-Normal de Dos Parámetros.....	76
4.2.1.3	Distribución Log-Normal de Tres Parámetros.....	77
4.2.1.4	Distribución Gamma de Dos Parámetros	77
4.2.1.5	Distribución Gamma de Tres Parámetros o Pearson Tipo III.....	78
4.2.2	Cálculo de ajuste y períodos retorno aplicando el software hidroesta para precipitaciones máximas $t = 24$ h.	79
4.2.2.1	Período de retorno.....	79
4.2.2.2	Selección de la distribución teórica con mejor ajuste en la serie.	80
4.2.3	Precipitación media máxima en la zona de estudio	85
4.2.4	Análisis estación Racarumi.....	87
4.2.4.1	Análisis de la información hidrométrica histórica del Río Chancay - Lambayeque.....	87
4.2.4.2	Caudales medios mensuales, máximos y mínimos del río Chancay-Lambayeque, observados en la estación Raca Rumi	87
4.2.4.3	Histogramas de las descargas y volúmenes medios anuales del Río Chancay - Lambayeque	89
4.3	Determinación de caudales máximos en Bocatoma Racarumi	95
4.4	Demanda hídrica del Valle Chancay - Lambayeque.....	97
4.4.1	Demanda hídrica de usos no consutivos.....	97
4.4.2	Demanda hídrica uso agrícola, según módulos de riego.....	104
a)	Módulos de riego actuales	104
b)	Cédulas de Cultivos	105
c)	Volúmenes Calculados.....	105
4.5	Generación de descargas en la Zona del Proyecto mediante la aplicación del modelo Hec-Hms.....	109
4.5.1	Generalidades.....	109
4.5.2	Funcionamiento del programa Hec Hms	110
4.5.3	Componentes hidrológicos del hec-hms.....	112
4.5.4	Procedimiento para la generación de descargas máximas.....	114
4.5.5	Resultados de la simulación	128
4.6	Determinación hipotética de inundación - CESEL S.A Ingenieros Consultores Año 199.	145

4.6.1	Propuestas para reducir el riesgo de inundaciones	148
4.6.2	Alternativas de ubicación de Presa Majín y Palo Blanco	151
4.7	Resultado de máximas avenidas Subcuenca Juana Ríos y el Río Chancay - Lambayeque	155
5	CONCLUSIONES	156
6	RECOMENDACIONES	159
7	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	160

RELACIÓN DE CUADROS:

Cuadro N° 1: Temperatura media mensual	26
Cuadro N° 2: Temperatura máxima media mensual	27
Cuadro N° 3: Temperatura mínima media mensual	28
Cuadro N° 4: Humedad relativa media mensual	29
Cuadro N° 5: Velocidad del viento promedio mensual	30
Cuadro N° 6: Horas del sol promedio mensual	31
Cuadro N° 7: Evaporación media mensual y anual – Evaporímetro Piche.....	32
Cuadro N° 8: Precipitación total media mensual.....	34
Cuadro N° 9: Estación Hidrométrica	57
Cuadro N° 10: Estaciones Pluviométricas.....	57
Cuadro N° 11: Tamaños y descripción de cuencas.....	61
Cuadro N° 12: Parámetros fisiográficos Quebrada Majín.....	68
Cuadro N° 13: Parámetros fisiográficos Quebrada Palo Blanco	69
Cuadro N° 14: Parámetros fisiográficos Quebrada Almedral.....	70
Cuadro N° 15: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Puchaca para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	81
Cuadro N° 16: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Incahuasi para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	81
Cuadro N° 17: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Tocmoche para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	82
Cuadro N° 18: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Tinajones para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	82
Cuadro N° 19: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Udimá para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	83
Cuadro N° 20: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Llama para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	83
Cuadro N° 21: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Huambos para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	84
Cuadro N° 22: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Querocotillo para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas.....	84
Cuadro N° 23: Cuadro resumen del análisis estadístico	85
Cuadro N° 24: Método Polígono de Thiessen y sus porcentajes de ponderación	86
Cuadro N° 25: Precipitaciones máximas areales en la sección final de la Subcuenca, requeridos para desarrollar el modelo de Precipitación-Escorrentía	86
Cuadro N° 26: : Caudales medio, máximo y mínimo mensual.....	87
Cuadro N° 27: Descargas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque- estación Raca Rumi período (1914 – 2011)	91
Cuadro N° 28: Masas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque estación Raca Rumi período (1914 – 2011).....	92
Cuadro N° 29: Resultado de los caudales máximos del Río Chancay - Lambayeque para diversos períodos de retorno, sección: Estación hidrométrica Raca Rumi.....	95
Cuadro N° 30: Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 1984-1995, del Valle Chancay - Lambayeque	101
Cuadro N° 31: Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 1996-2007, del Valle Chancay - Lambayeque	102

Cuadro N° 32. Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 2008-2011, del Valle Chancay - Lambayeque	103
Cuadro N° 33: Módulo de riego de los cultivos del Valle Chancay - Lambayeque.....	104
Cuadro N° 34. Área bajo riego promedio Valle Chancay - Lambayeque	105
Cuadro N° 35: Superficie agrícola y número de predios en el Valle Chancay - Lambayeque.....	107
Cuadro N° 36: Números de curva para usos selectos de tierra agrícola, sub urbana y urbana (condiciones de antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2 S$).....	120
Cuadro N° 37: Números de curva para condiciones secas, medias y húmedas	121
Cuadro N° 38: Número de curva N para complejos hidrológicos de suelo cobertura	122
Cuadro N° 39: Tiempo de Concentración de las subcuencas (Afluentes principales) Analizadas	123
Cuadro N° 40: Tormenta de diseño período de retorno 5 años.....	125
Cuadro N° 41: Tormenta de diseño período de retorno 10 años.....	125
Cuadro N° 42: Tormenta de diseño período de retorno 25 años.....	125
Cuadro N° 43: Tormenta de diseño período de retorno 50 años.....	126
Cuadro N° 44: Tormenta de diseño período de retorno 100 años	126
Cuadro N° 45. Tormenta de diseño período de retorno 200 años	126
Cuadro N° 46: Tormenta de diseño período de retorno 500 años	127
Cuadro N° 47: Tormenta de diseño período de retorno 1000 años	127
Cuadro N° 48: Resultados de los Caudales de Avenida Subcuenca Juana Ríos, utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS	128
Cuadro N° 49: Cota- volumen Presa Majín.....	152
Cuadro N° 50: Cota- volumen Presa Palo Blanco	154
Cuadro N° 51: Resultado final de avenida en Subcuenca Juana Ríos y el Río Chancay - Lambayeque.....	155

RELACIÓN DE FIGURAS

Fig. N° 1: Ubicación Zona de estudio.....	20
Fig. N° 2: Departamentos de Influencia	21
Fig. N° 3: Esquema preliminar del área de estudio - Subcuenca Juana Ríos.....	24
Fig. N° 4: Confluencia Qda. Majín - Qda. Palo Blanco.....	25
Fig. N° 5: Gráfico de temperatura media mensual.....	27
Fig. N° 6: Gráfico de la temperatura media mensual.....	27
Fig. N° 7: Gráfico de la temperatura mínima media mensual	28
Fig. N° 8: Gráfico de la humedad relativa media mensual	29
Fig. N° 9: Gráfico velocidad del viento promedio	30
Fig. N° 10: Gráfico horas de sol promedio	31
Fig. N° 11: Gráfico de la evaporación media mensual y anual	32
Fig. N° 12: Gráfico de la precipitación total media mensual.....	34
Fig. N° 13: Esquema del Sistema Hidráulico Tinajones.....	48
Fig. N° 14: Croquis General del Sistema Hidráulico Tinajones.....	49
Fig. N° 15: Cuenca 3D Subcuenca Juana Ríos, tributario al curso principal Río Chancay - Lambayeque.....	71
Fig. N° 16: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Subcuenca Juana Ríos.....	73
Fig. N° 17: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes-Microcuenca Majín	73
Fig. N° 18: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Microcuenca Palo Blanco.....	74
Fig. N° 19: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Microcuenca Almedral	74
Fig. N° 20: Descargas medias del Río Chancay - Lambayeque (1914-2012) - m^3/s	88
Fig. N° 21 Descargas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque (1914-2011)- m^3/s	88
Fig. N° 22: Caudales medios anuales (m^3/s) del Río Chancay - Lambayeque	93
Fig. N° 23: Masas medias anuales (Hm^3) del Río Chancay - Lambayeque.....	94
Fig. N° 24: Cuencas de trasvase y subcuencas de la cuenca del Río Chancay - Lambayeque hasta la sección de aforo Raca Rumi	96
Fig. N° 25: Demanda agrícola promedio mensual Valle Chancay - Lambayeque, período (1984-2011):.....	106
Fig. N° 26: Demanda agrícola promedio por sector de riego Valle Chancay - Lambayeque, período (1984-2011).....	106
Fig. N° 27: Demanda agrícola promedio mensual por sector de riego Valle Chancay - Lambayeque período (1984-2011)	108
Fig. N° 28: Esquema hidrográfico a simular en la Subcuenca Juana Ríos (JR).....	115
Fig. N° 29: Áreas de drenaje de las subcuencas a considerar en el modelo Hec-Hms... 116	
Fig. N° 30: Modelo de pérdida de agua – Número de Curva SCS	116
Fig. N° 31: Modelo de transformación – Hidrograma Unitario Clark	117
Fig. N° 32: Formulario del modelo a utilizar en cada tramo del cauce	124
Fig. N° 33: Especificaciones de control	128
Fig. N° 34: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 5 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	129
Fig. N° 35: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 10 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	130

Fig. N° 36: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 25 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	131
Fig. N° 37: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 50 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	132
Fig. N° 38: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 100 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	133
Fig. N° 39: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 200 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	134
Fig. N° 40: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 500 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms	135
Fig. N° 41: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 1000 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	136
Fig. N° 42: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 5 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	137
Fig. N° 43: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 10 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	138
Fig. N° 44: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 25 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	139
Fig. N° 45: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 50 años en Cuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	140
Fig. N° 46: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 100 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	141
Fig. N° 47: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 200 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	142
Fig. N° 48: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 500 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms.....	143
Fig. N° 49: Histogramas de salida y resultados en m ³ /s para una avenida de 1000 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms	144
Fig. N° 50: Zonas de inundación hipotética según el estudio de CESEL, de 1999	147
Fig. N° 51: Propuesta para reducir riesgo de inundaciones	150
Fig. N° 52: Ubicación de Presa Majín y Palo Blanco, Imagen satelital Google Earth	151
Fig. N° 53: Perfil de elevación por el eje de la Presa Majín.....	152
Fig. N° 54: Gráfico Curva cota Volumen – Embalse Majín.....	153
Fig. N° 55: Perfil de elevación por el eje de la Presa Palo Blanco	153
Fig. N° 56: Gráfico Curva cota- Volumen – Embalse Palo Blanco.....	154

FOTOGRAFÍAS:

Fotografía N° 1: Zona de confluencia Subcuenca Juana Ríos con la Cuenca Chancay - Lambayeque.....	23
Fotografía N° 2: Zona de confluencia - Margen derecha Dique de Protección	23
Fotografía N° 3: Reservorio Tinajones.....	43
Fotografía N° 4: Canal Alimentador.....	43
Fotografía N° 5: Bocatoma Racarumi	44
Fotografía N° 6: Canal de Descarga	44
Fotografía N° 7: Infraestructura Hidráulica del Sistema Tinajones – Repartidor la puntilla, marzo de 2008.....	45
Fotografía N° 8: Infraestructura Hidráulica del Sistema Tinajones Repartidor la Puntilla, marzo de 2008.....	45
Fotografía N° 9: Desborde por la Margen Izquierda - Repartidor la Puntilla, marzo de 2008	46
Fotografía N° 10: Desborde del Río Chancay - Lambayeque por la margen izquierda, marzo de 2008	46
Fotografía N° 11: Impacto de máxima avenida en el canal alimentador	47
Fotografía N° 12: Impacto de máxima avenida en el canal alimentador	47
Fotografía N° 13: Badén Juana Ríos (L=250m) – Chongoyape , Marzo de 2008	52
Fotografía N° 14: Crecida del Río Chancay - Lambayeque y la Subcuenca Juana Ríos inunda Badén – Marzo de 2012.....	52
Fotografía N° 15: Crecida del Interrumpe el tránsito vehicular – Marzo de 2012	53
Fotografía N° 16: Evaluación de campo - Teódulo Carrasco,.....	55
Fotografía N° 17: Evaluación de campo Subcuenca Juana Ríos.....	55

RELACIÓN DE ANEXOS:

Anexo I	: Delimitación de Subcuenca, Software ArcGis 10.1
Anexo II	: Información pluviométrica
Anexo III	: Información hidrométrica
Anexo IV	: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes
Anexo V	: Análisis de distribuciones estaciones pluviométricas e hidrométrica, Software Hidroesta
Anexo VI	: Análisis de distribuciones estación Racarumi
Anexo VII	: Panel Fotográfico
Anexo VIII	: Mapa Climatológico, <i>Fuente senamhi.</i>
Anexo IX	: Reportes históricos

RELACIÓN DE PLANOS

Plano N° 1	: Ubicación área de estudio
Plano N° 2	: Topografía
Plano N° 3	: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes
Plano N° 4	: Parámetros Morfométricos
Plano N° 5	: Red hídrica
Plano N° 6	: Infraestructura hidráulica Tinajones
Plano N° 7	: Elevaciones (msnm)
Plano N° 8	: Ubicación de estaciones
Plano N° 9	: Polígono Thiessen
Plano N° 10	: Cobertura vegetal
Plano N° 11	: Geología general
Plano N° 12	: Localización de centros poblados con relación a los niveles de inundación hipotética del valle Chancay - Lambayeque
Plano N° 13	: Red vial con relación a los niveles de inundación hipotética del valle Chancay - Lambayeque-
Plano N° 14	: Sistema de riego (canales, tomas, reservorios) con relación a los niveles de inundación hipotética del valle Chancay – Lambayeque
Plano N° 15	: Plano Presa Majín - Vaso
Plano N° 16	: Plano Presa Palo Blanco – Vaso

RESUMEN:

El objetivo del presente trabajo, denominado Estudio Hidrológico de Máximas Avenidas de la Subcuenca Juana Ríos - Cuenca Chancay - Lambayeque, es un estudio orientado a determinar los valores de las descargas máximas del Río Chancay – Lambayeque, y de manera especial, de la Subcuenca Juana Ríos, con el propósito de generar la información hidrológica de base para el planteamiento de medidas destinadas a reducir el riesgo de desastres por inundaciones en la parte baja de la cuenca de este río; el desarrollo del estudio y la metodología empleada, ha conllevado a realizar evaluaciones de campo y trabajos en gabinete. Se ha recopilado toda la información posible como planos, mapas, cartas nacionales, datos hidrometeorológicos, informes, entre otros. Luego la información ha sido desarrollada en gabinete a través de la aplicación software como Hidroesta, Autocad Civil 3D, Hec – Hms, Arcgis 10.1 y hojas de cálculo Excel. Este estudio ha sido posible gracias al apoyo proporcionado por el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), específicamente en la Gerencia de Desarrollo Tinajones donde se me brindó la información, el apoyo en las inspecciones de campo y el área disponible para elaborar dicho trabajo.

Como resultados del presente estudio, se tiene que, las descargas máximas de la Subcuenca Juana Ríos en la Confluencia con el Río Chancay - Lambayeque, y para diferentes períodos de retorno, son los siguientes: para 25 años, es de 1068 m³/s, para 50 años es de 1382 m³/s, 100 años 1836 m³/s, 200 años 2067 m³/s, 500 años 2428 m³/s.

Esta información ha permitido recomendar el tratamiento, principalmente de la Subcuenca Juana Ríos, mediante la proyección de presas de laminación (presas de embalse), una en la quebrada Majín y otra en la quebrada Palo Blanco, con lo cual, se estará protegiendo, no solo la carretera de acceso Chiclayo – Chongoyape – Chota, sino sobre todo, se estará protegiendo el Canal Alimentador del reservorio Tinajones, principal estructura para el abastecimiento de agua del valle, así como mejorar el sistema de riego en el Sub Sector Chongoyape de aproximadamente de más de 3000 Ha.

PALABRAS CLAVES

Máxima avenida, confluencia, período de retorno, inundaciones.

ABSTRAC:

The aim of this study , called Hydrological Estudio Hidrológico de Máximas Avenidas de la Subcuenca Juana Ríos - Cuenca Chancay - Lambayeque is oriented to determine the values of the peak discharges of Chancay river study - Lambayeque, and especially of Joan rivers broken , with the purpose of generating the basic hydrological information for the planning of measures to reduce the risk of flood disasters in the lower part of the basin of this river ; development of the study and the methodology used, has led to assessments of field and office work . He has collected all possible information as plans, maps, national maps, hydrometeorological data, reports, among others. After the information has been developed in cabinet through the software application as Hidroesta , Atutocad Civil 3D , Hec - Hms , Arcgis 10.1 and Excel spreadsheets . This study was made possible through support provided by the Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), specifically in the Gerencia de Desarrollo Tinajones where I was given the information, support for field inspections and prepare the area available for such work.

As results of this study, we have that the maximum download Rio Chancay - Lambayeque, in the confluence with the creek Subcuenca Juana Ríos, and for different return periods are as follows: for 25 years, is $1068 \text{ m}^3/\text{s}$, for 50 years is $1382 \text{ m}^3/\text{s}$, 100 years $1836 \text{ m}^3/\text{s}$, 200 years $2067 \text{ m}^3/\text{s}$, 500 years $2428 \text{ m}^3/\text{s}$.

This information has enabled recommend treatment, mainly of broken Joan Rivers, by projecting mill dams (dams reservoir), one in the Majin broken and another in Palo Blanco creek, which, you will be protecting not Chiclayo only road access - Chongoyape - Chota, but above all, it will be protecting the Feeder Canal Tinajones reservoir, main structure for the water supply of the valley, and to improve the irrigation system in the Sub Sector Chongoyape of approximately over 3000 Ha.

KEYWORDS

Maximum, avenue, confluence, returns period, floods.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El Agua es el principal constituyente de los seres vivos, es la sustancia más abundante en la tierra y una fuerza importante que constantemente está cambiando, el hombre la requiere para sus necesidades básicas, usos recreativos, para transformarla en energía y para los procesos de manufactura y agricultura, y el mejoramiento de las condiciones de vida; pero a todo esto resulta algo contradictorio, lamentablemente el exceso produce un problema muy importante en nuestro país que son las inundaciones, que originan graves daños materiales y algunas veces pérdidas de vidas humanas.

El presente estudio se ha desarrollado con la intención de determinar y analizar el aumento del caudal por parte de la Subcuenca Juana Ríos en la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque, ha sido elaborado con el apoyo del Proyecto Especial Olmos Tinajones, específicamente con el área la Gerencia de Desarrollo Tinajones, todo este proceso se ha llevado en tres puntos muy importantes, el primero en la recopilación de datos de estudios e informes, el segundo en el análisis y evaluación e los datos, y el tercero en el cálculo y determinación de la información.

El área de estudio como es la Subcuenca Juana Ríos constituye una zona poca estudiada, que en épocas de avenidas, ocasiona daños en predios agrícolas, infraestructura del Sistema Tinajones, infraestructura de riego, interrupción del tránsito en el Badén (Juana Ríos), donde se han reportados accidentes que han provocado hasta la muerte de personas. De esa manera, se asume, por los hechos, un aumento del impacto de las inundaciones por intensidad de lluvia, es decir, una tendencia a ser cada vez más vulnerables.

Ante ello se ha previsto realizar un estudio que tendrá acabo la caracterización desde el punto de vista hidrológico para conocer y evaluar sus características físicas y geomorfológicas y poder determinar el acontecimiento que puede ocasionar en una máxima avenida.

1.2 Antecedentes

El Fenómeno El Niño es un fenómeno de carácter climatológico que se manifiesta de manera especial con presencia de lluvias torrenciales con mayor incidencia en la costa Norte del Perú, tal como lo ocurrido en los más recientes eventos de 1983 y 1998, en que, a raíz de este fenómeno, las descargas extraordinarias en los ríos y quebradas, alcanzaron niveles que superaron su capacidad de conducción, produciéndose desbordes e inundaciones en grandes extensiones de terrenos agrícolas, en ciudades, vías, e infraestructura en general; así mismo, una vez transcurridos los eventos de inundación, la carencia de un adecuado sistema de drenaje en gran parte de la región, conllevó al estancamiento de parte de estas aguas, las que a su vez se constituyeron en vectores de contaminación favoreciendo la aparición de enfermedades, como lo fue el caso del cólera y otras relacionadas con la proliferación de plagas e insectos.

En nuestra área de estudio se reportaron acontecimientos de daños, destrucción de cultivos, perdidas de infraestructura hidráulica, vial (pistas se convirtieron en caudalosas inundaciones de agua; mezclada con lodo y tierra), de suelos, de viviendas y un alto riesgo de pérdidas humanas. Todos estos hechos fueron ocasionados por las aguas del Río Chancay - Lambayeque; tras las incesantes lluvias; y el pase al distrito de Chongoyape quedó interrumpido ante la crecida de la Subcuenca Juana Ríos.

1.3 Problemática

La ocurrencia de eventos extremos como el fenómeno "El Niño" en la costa norte del Perú, trae como consecuencia la presencia de lluvias torrenciales, el incremento de los ríos y la activación de quebradas aportantes al curso principal, tal como los ocurridos en los dos últimos eventos de 1983 y 1998, en que los desbordes del río Chancay - Lambayeque, produjeron la inundación de extensas zonas de cultivo y ciudades como Chongoyape ocasionando daños a la agricultura, infraestructura vial, vivienda e infraestructura de riego y drenaje, infraestructura hidráulica del Proyecto Tinajones, entre otros.

La Subcuenca Juana Ríos es una zona que es muy vulnerable a tal evento, es alimentada por quebradas; que se unen y forman la Subcuenca Juana Ríos; en épocas de extrema precipitación los caudales de cada quebrada alimentadora aumentan junto con el Rio Chancay - Lambayeque; ocasionando esta confluencia efectos muy negativos como los antes mencionados.

Y sin bien conocemos que estos efectos ocurren, realmente no se tiene un estudio específico y por ende una base de datos que permita implementar una gestión de riesgos sobre los eventos de mayor recurrencia y mayor impacto negativo en términos de efectos sociales y económicos; y que ha todo esto es indispensable una buena planificación que ayude a tomar buenas decisiones y prever eventos que causen daños catastróficos.

Para esto tiene previsto realizar el estudio Hidrológico que pueda ayudar a analizar el comportamiento hídrico en dicha zona, es por eso el interés de este proyecto en investigar y desarrollarlo, para poder planificar proyectos de ingeniería que ayuden a prevenir eventos catastróficos.

1.4 Justificación e Importancia

En nuestra región se presenta un fenómeno natural de gran impacto, específicamente relacionado con el incremento de las máximas avenidas en los ríos y que se traducen en desbordes e inundaciones; este fenómeno es conocido como fenómeno El Niño (FEN) y presenta con un alto grado de recurrencia y con impactos severos en la economía de la región y el país; que pone en peligro no solo la estabilidad económica de la región, sino sobre todo la vida de las personas y aunque todo esto ha sido afrontado mediante medidas estructurales a través de obras de ingeniería, que han permitido reducir el impacto, es necesario desarrollar nuevos estudios que ayuden a proponer nuevos proyectos, y que las instituciones públicas incluyan en sus planes operativos, más recursos presupuestales para actividades de prevención.

El PEOT (Proyecto Especial Olmos Tinajones), como parte de sus funciones, está la relacionada con la gestión de la infraestructura mayor del Sistema

Hidráulico Tinajones, lo cual incluye, la implementación de las medidas orientadas a dotarle de mayor seguridad y sostenibilidad.

Durante los eventos del FEN de 1998, el incremento de los caudales de las Quebradas Majín y Palo Blanco, principales tributarias de la Subcuenca Juana Ríos, ocasionó el colapso del Canal Alimentador del Reservorio Tinajones, dejándolo fuera de servicio por algunos meses, durante las cuales el embalse no pudo ser llenado, con el consecuente desabastecimiento de agua a gran parte del valle; esta situación se volverá a producir, sino se adoptan las medidas de prevención orientadas a proteger dicho canal.

Los desbordes de la Subcuenca Juana Ríos, no sólo afectan a la infraestructura del canal Alimentador, sino también, al sector transporte, y de manera específica, a la carretera que une Chiclayo con Chongoyape, de tal manera que durante los eventos del FEN el tránsito en esta vía, a la altura del badén Juana Ríos (250m del longitud), queda totalmente interrumpido y cuando los caudales disminuyen, el tránsito a través de dicho badén vuelve a normalizarse, pero bajo condiciones extremadamente riesgosas, y con un importante historial de accidentes de tránsito, como se aprecia en la vista fotográfica que se adjunta.

Estos caudales extremos de la Subcuenca Juana Ríos, se juntan a los aportes del Río Chancay - Lambayeque, incrementado el riesgo de desbordes de este río en diferentes tramos críticos de su recorrido, como son los Sectores de Puente de Tablazos, La Puntilla, Pucalá, Saltur, Rinconazo, Callanca, Ciudad Eten, etc.

Por lo antes descrito, resulta indispensable implementar las medidas y los proyectos orientados a proteger la infraestructura de transporte, infraestructura de riego, las tierras de cultivo y de manera especial a la población asentada en las zonas vulnerables a los desbordes.

El PEOT tiene previsto trabajar en la proyección de gran parte de estas obras de prevención, para la cual requiere contar con la información básica y las propuestas que le permitan proyectar las obras; siendo el presente estudio

hidrológico una de las principales tareas que permitirán cumplir con dichos objetivos de prevención.

Es por eso que como parte de una buena toma de decisiones se requiere contar con un estudio relacionado con el cálculo de máximas avenidas, que permitirán efectuar el planeamiento hidráulico y la definición de las propuestas de prevención en el Río Chancay - Lambayeque y de manera especial, en la Subcuenca Juana Ríos.

De acuerdo con lo mencionado líneas arriba, se puede concluir en las siguientes razones para desarrollar el presente estudio:

- Ayudará a determinar el impacto de las avenidas extremas en la Subcuenca Juana Ríos.
- Permitirá plantear medidas de prevención y de mitigación de las inundaciones.
- Servirá como base para la planificación y proyección de las obras de ingeniería por parte de las instituciones públicas.

1.5 Objetivos

66

Objetivo General

Elaborar el Estudio Hidrológico de Máximas Avenidas de la Subcuenca Juana Ríos - Cuenca Chancay - Lambayeque.

Objetivos Específicos

- Caracterización de la Subcuenca y sus parámetros geomorfológicos.
- Determinar los parámetros hidrológicos y meteorológicos para estimar los caudales máximos de avenidas.
- La caracterización de las descargas máximas en términos de magnitud y periodo de retorno.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Marco Teórico

Rocha Felices, Arturo. Sobre las funciones naturales de un río dice: *"Un río Tiene fundamentalmente tres funciones naturales: a) Evacuar el agua generada en la cuenca como consecuencia de la precipitación, b) Evacuar sólidos producto de la erosión de la cuenca y c) evacuar hielo en los lugares en que éste se presenta. Podría añadirse una función adicional. no natural, pero muy frecuente en nuestro país y que vinculada, a las acciones humanas eliminar y evacuar desperdicios, basura, troncos de árboles, ramas, animales muertos, palizadas, bolsas y botellas de plástico, y otros cuerpos extraños..."*.

Simon, Adrew I. Sobre los datos para los métodos estadísticos menciona: *"Debido a la naturaleza aleatoria e intermitente, el movimiento del agua a través de los caminos del ciclo hidrológico sólo se puede estudiar por medios estadísticos, antes de poder proporcionar datos confiables con fines prácticos es preciso llevar durante décadas registros cuidadosos con información sobre el estado atmosférico, medidas de la precipitación, estudio de etapas de avenida y descarga. Aun cuando estén disponibles esos datos, hay que tomarlos como reserva desde el punto de vista del ingeniero..."*

Aliaga Araujo, Segundo V. Acerca de la información hidrometereológica dice: *"Una de las principales dificultades que encuentran el profesional en el país - cuando pretende desarrollar estudios hidrológicos es la inconsistencia y escasez de información hidrometereológica , ésta además de estar influenciada por errores sistemáticos, es incompleta y de un período demasiado corto, que no permite estimar los parámetros requeridos con la mayor seguridad posible..."*

Campos Aranda, Daniel Sobre la precipitación máxima en los diseños nos dice: *"Los diseños Hidrológicos en los cuales intervienen la precipitación máxima probable, se basan en la decisión previa de brindar máxima protección, sin importar el costo. Tal es el caso, de los diseños hidrológicos de los vertederos de los grandes embalses, en donde una falla constituye una catástrofe, con grandes pérdidas humanas y cuantiosos daños materiales..."*

Dal-ré Tenreiro, Rafael. Sobre las máximas avenidas para el diseño de infraestructuras hidráulicas dice: *"El estudio del sistema hidrológico como origen de avenidas, implica el diseño de las obras necesarias para permitir el tránsito de las mismas sin que causen perjuicios a las infraestructuras proyectadas. Este diseño se realiza siempre en función de un determinado período de retorno considerando..."*

Bateman Pinzon, Allen. Acerca del ciclo hidrológico nos dice: *"El ciclo hidrológico es fundamental para entender los procesos que se suceden en la tierra, requiere conocimientos multidisciplinarios. No existe un punto de partida en el ciclo del agua en la tierra pero lo que sí está claro es que se basa en todos los estados del agua, gas, líquido y sólido. Todos los estados se presentan en la naturaleza y todas ellas son importantes de cara a los recursos humanos. Lo más importante es tener en cuenta la interrelación del hombre con la naturaleza y su influencia en el ciclo del agua..."*

Wendor Chereque, Moran. Sobre el período de retorno dice: *"Frente a un caso concreto el ingeniero debe decidir el período de retorno de su crecida de diseño, para ello, debe precisar en primer término la vida útil de la obra; luego se preguntará sobre la probabilidad de ocurrencia de crecidas durante ese período. Escogiendo un porcentaje adecuado de riesgo determinará el período de retorno de la crecida de diseño y procederá a calcular la magnitud de esta con la distribución de frecuencia que más se ajuste a los datos observados. Y en relación a la magnitud de la avenida del proyecto es algo sumamente complejo y que debe ser encarado por ingenieros experimentados en estudios de avenidas..."*

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Aspectos Geográficos y Demográficos de la Zona De Estudio

3.1.1.1 Ubicación Política

El ámbito de estudio pertenece al distrito de Chongoyape, departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, entre la parte media y alta del valle Chancay - Lambayeque.

La Subcuenca Juana Ríos, pertenece a la cuenca principal del Río Chancay - Lambayeque y se localiza en la margen derecha.

3.1.1.2 Ubicación Geográfica

La Subcuenca Juana Ríos , se localiza aproximadamente en las coordenadas UTM E 695, 985 N-9, 292, 5057 (parte aguas) y E-675, 678 N-9, 263, 506 (desembocadura) a 60 Km. de la ciudad de Chiclayo, en la ruta de la llamada carretera Panamericana Norte. Situado, aproximadamente en las coordenadas UTM Norte 92,67083.48 – Este 67,6537.61.

Fig. N° 1: Ubicación Zona de estudio

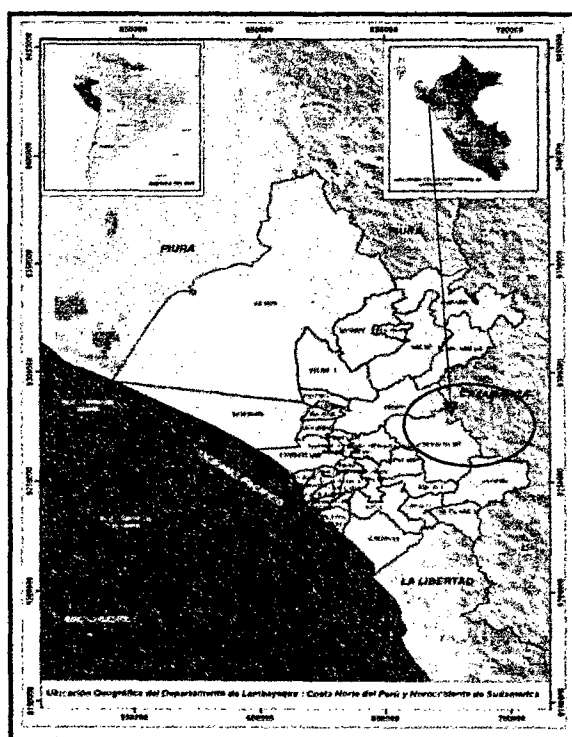
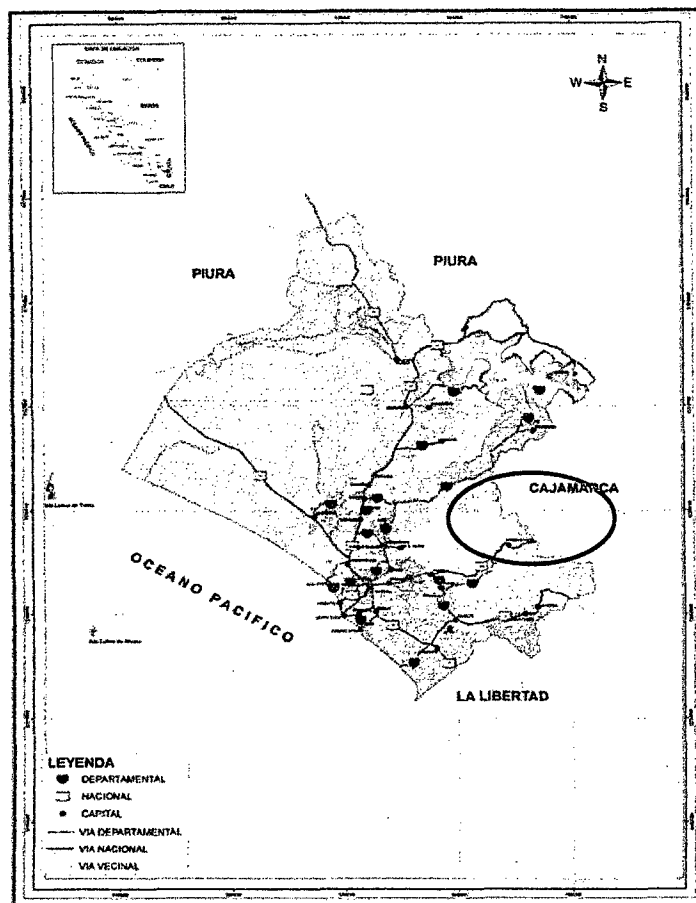


Fig. N° 2: Departamentos de Influencia



3.1.1.3 Vías de Acceso

El acceso a la zona de estudio se puede hacer a través de dos vías principales.

Para acceder a la zona de confluencia de la Subcuenca Juana Ríos, se sigue la ruta asfaltada Chiclayo–Chongoyape , pasando la localidad de Tinajones hasta llegar al badén de ingreso al distrito de Chongoyape (60 Km desde Chiclayo), desde esta ubicación se continua por caminos 5 Km aguas abajo, hasta llegar a la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque.

Otra ruta alterna se inicia también en la carretera asfaltada Chiclayo-Chongoyape, pasando la localidad de Cuculí, hasta el cruce a la localidad de Tablazos (a 48 Km. desde Chiclayo). Desde esta ubicación se continua por un camino de acceso afirmado, hacia la derecha, a una distancia de 1.00 Km. se llega el Puente Tablazos, que cruza el Río Chancay - Lambayeque. Cruzando

dicho puente, se sigue aproximadamente 6.90 Km aguas arriba. A partir de este punto se encuentra un cruce, se sigue 700m a la margen izquierda, llegando así a la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque.

3.1.1.4 Extensión y Límites

El distrito Chongoyape tiene una extensión territorial de 619.80 Km², representando el 6.6% de la superficie de la provincia de Lambayeque y el 4.2% de la superficie del departamento de Lambayeque.

Limita de la siguiente manera:

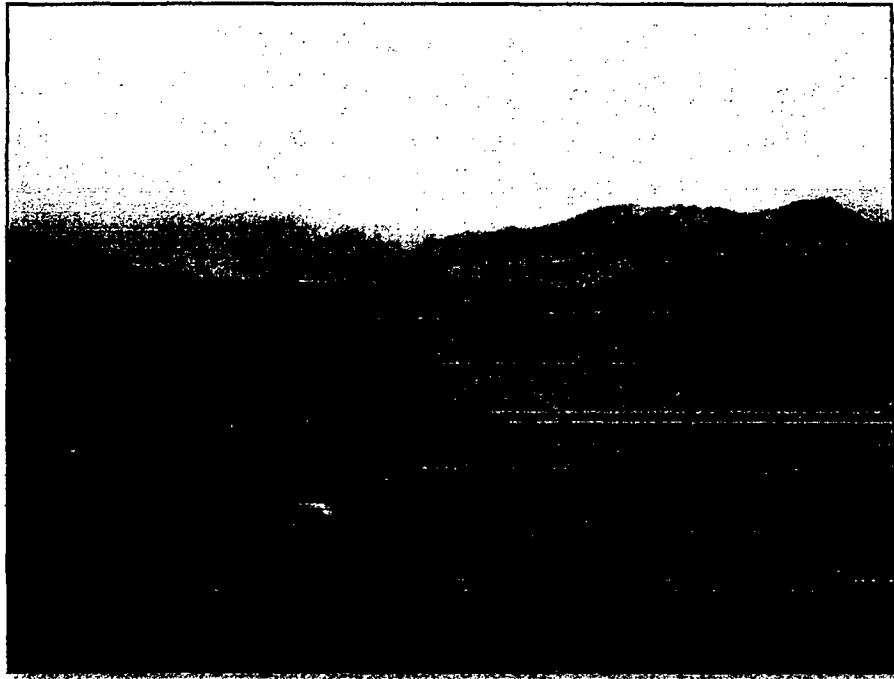
Por el norte : con la provincia de Ferreñafe.

Por el este : con Cajamarca.

Por el sur : con el Distrito de Oyotún y Saña.

Por el noreste : con el Distrito de Mesones Muro.

Fotografía N° 1: Zona de confluencia Subcuenca Juana Ríos con la Cuenca Chancay - Lambayeque



Fotografía N° 2: Zona de confluencia - Margen derecha Dique de Protección

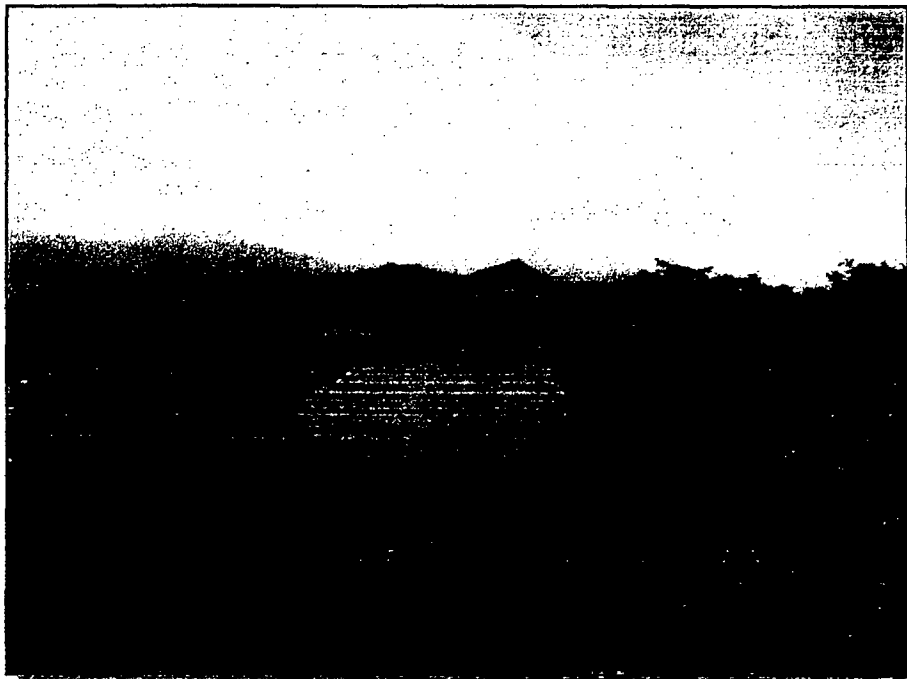


Fig. N° 3: Esquema preliminar del área de estudio - Subcuenca Juana Ríos

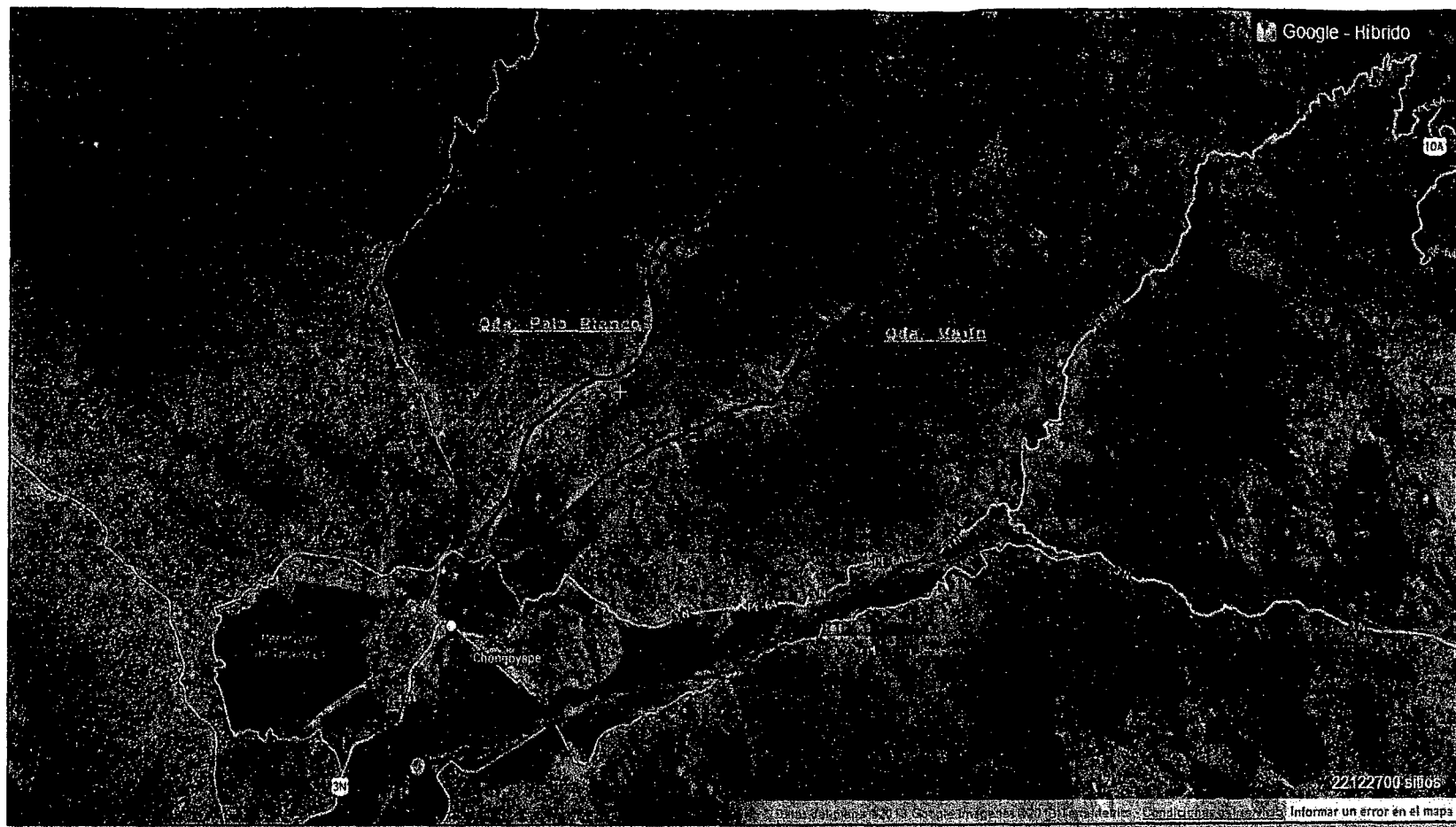
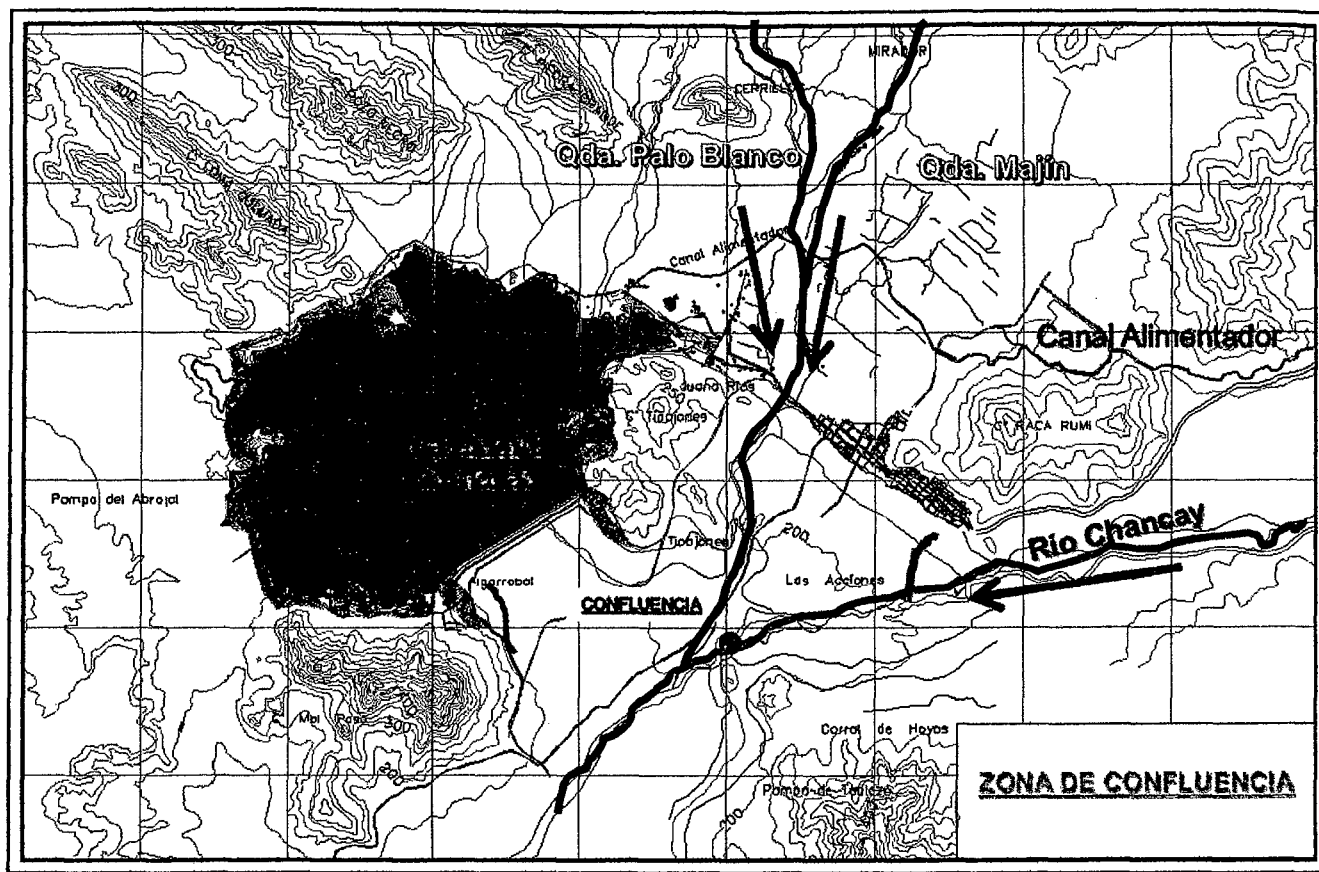


Fig. N° 4: Confluencia Qda. Majín - Qda. Palo Blanco



3.1.2 Climatología

3.1.2.1 Temperatura

La temperatura del aire en la cuenca es variable, así se tiene que en la estación Lambayeque el promedio anual es de 21 °C y en Tinajones es de 23 °C, los valores mínimos registran un promedio anual de 17.9 °C en Lambayeque, 18.3 °C en Tinajones y 11 °C en Huambos; en tanto que los promedios máximos anuales alcanzan los 25.8 °C en Lambayeque y 29.9 °C en la estación Tinajones, cuyo promedio máximo mensual en el mes de marzo es de 31.6 °C.

A continuación la descripción de temperatura media, mínima, máxima, humedad relativa, velocidad de viento, etc de algunas estaciones que también tienen influencia sobre el área de estudio, esta información ha sido recopilada gracias al Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT)

a) Temperatura media

Para el análisis de la temperatura se ha utilizado los datos de las estaciones Huambos y Llama, por ser representativas para analizar la distribución de la temperatura tanto en la parte alta de la cuenca.

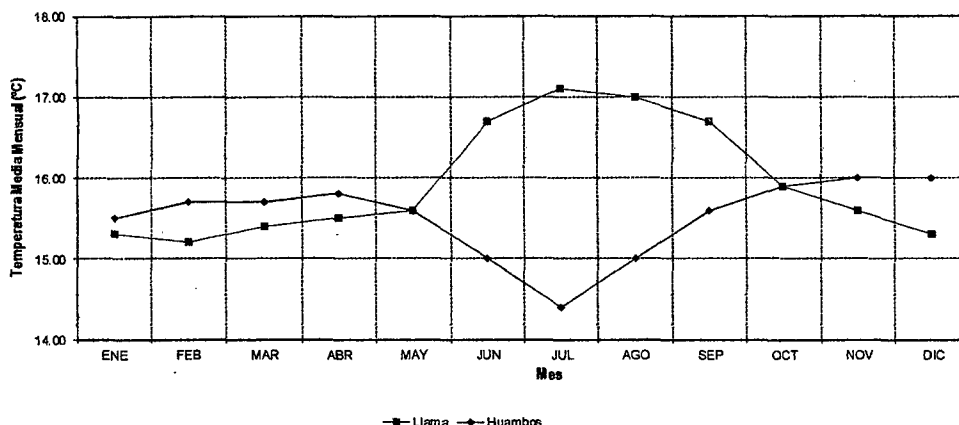
En el Cuadro de la **Figura N° 05**, se muestra tanto la temperatura media mensual y anual, de las estaciones Huambos y Llama. Las temperaturas son similares en ambas estaciones, siendo ligeramente más frío en la estación Huambos. En Llama, la temperatura media mensual varía entre 15.2 °C (en febrero) y 17.1 °C (en julio).

Cuadro N° 1: Temperatura media mensual

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	2000-2008	SENAMHI	15.30	15.20	15.40	15.50	15.60	16.70	17.10	17.00	16.70	15.90	15.60	15.30	15.94
Huambos	06° 27'	78° 58'	2200.00	CP	1966-1996	SENAMHI	15.50	15.70	15.70	15.80	15.60	15.00	14.40	15.00	15.60	15.90	16.00	16.00	15.52

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 5: Gráfico de temperatura media mensual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

b) Temperatura Máxima

La temperatura máxima anual promedio en la zona alta es de 21°C a 23°C; y con máximas mensuales de 24°C, correspondiente a los meses de julio y agosto, respectivamente. La estación considera para dicho análisis fue la de Llama, que comprendió el período 2000 – 2008.

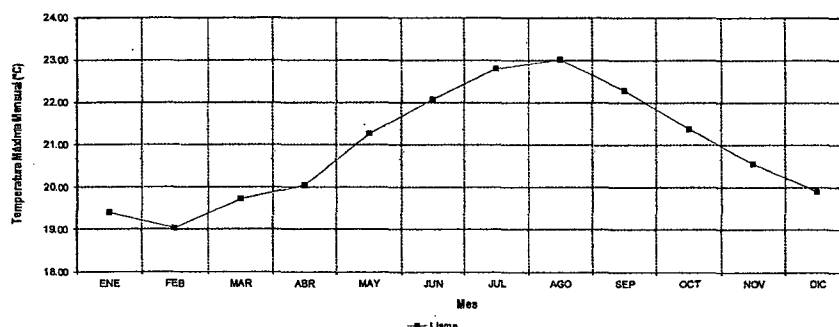
La variación de la temperatura máxima mensual de la estación meteorológica considerada, se muestran en la **Figura N° 06** siguiente.

Cuadro N° 2: Temperatura máxima media mensual

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	2000-2008	SENAMHI	19.39	19.02	19.71	20.03	21.28	22.07	22.81	23.02	22.28	21.39	20.56	19.91	20.96
-------	-------------	-------------	---------	----	-----------	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 6: Gráfico de la temperatura media mensual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

c) Temperatura mínima

La temperatura mínima anual promedio en la zona alta es de 12.56°C; y con mínimas mensuales de 11.70°C a 11.81°C, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre, respectivamente. La estación considerada para dicho análisis fue la de Llama, que comprendió el período 2000 – 2008.

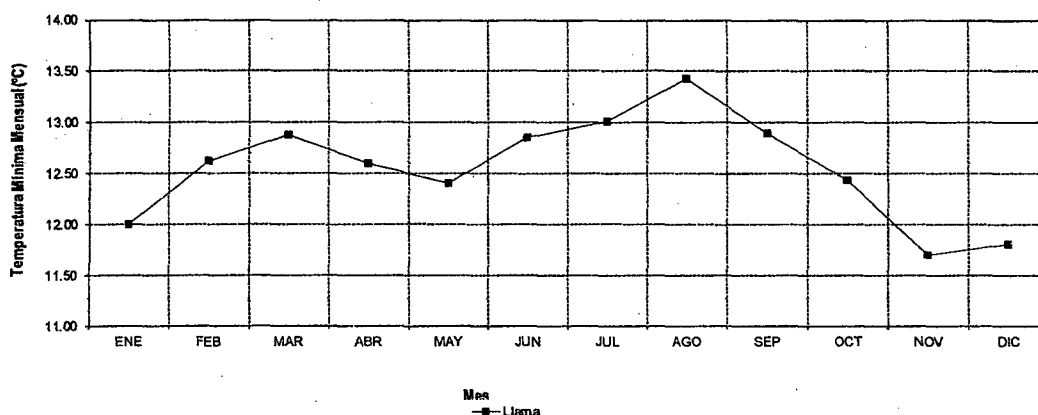
La variación de la temperatura mínima mensual de la estación meteorológica considerada, se muestran en la **Figura N° 7** siguiente.

Cuadro N° 3: Temperatura mínima media mensual

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	2000-2008	SENAMHI	12.00	12.62	12.88	12.60	12.40	12.86	13.01	13.43	12.90	12.43	11.70	11.81	12.55
-------	-------------	-------------	---------	----	-----------	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 7: Gráfico de la temperatura mínima media mensual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.2.2 Humedad Relativa

La Humedad correspondiente al departamento de Lambayeque, es alta con un promedio anual de 82% y un mínimo promedio de 61% y un máximo de 85%.

La precipitación pluvial en la cuenca del valle Chancay - Lambayeque es muy variable, dependiendo a la zona y época del año, éstas se concentran en los meses de verano, enero a abril para la zona de la cuenca alta.

La tendencia normal de las precipitaciones se ve notablemente alterada en la Costa, con la presencia del fenómeno El Niño, como lo ocurrido en 1998 en donde se registró una precipitación anual de 1 549.5 mm en la estación Tinajones (ocho veces más que el promedio anual).

En el Cuadro de la Figura N° 08, se muestra tanto la humedad relativa media mensual y anual, de las estaciones Huambos y Llama. Las humedades relativas son similares en ambas estaciones, siendo ligeramente mayor en la estación Huambos. En Llama, la humedad relativa media mensual varía entre 68.56% (en julio) y 93.56 % (en febrero).

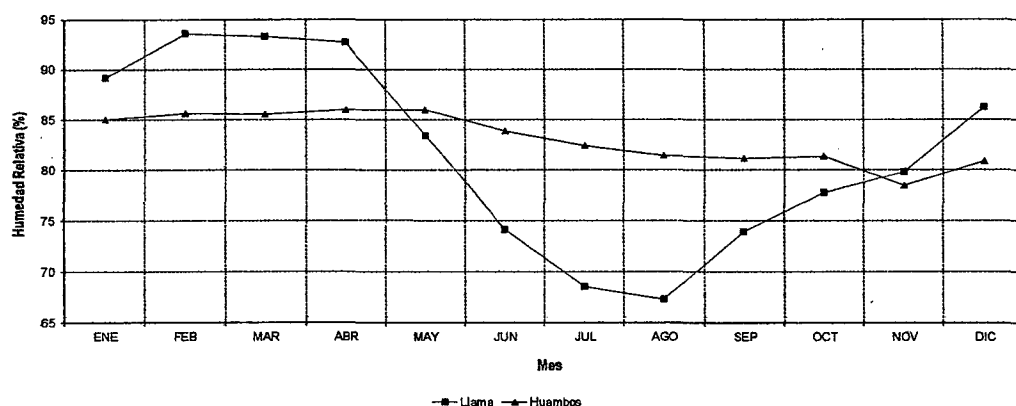
La variación de la humedad relativa en cada estación meteorológica ubicada en la zona estudio, se muestran en la **Figura N° 8**.

Cuadro N° 4. Humedad relativa media mensual

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	2000-2008	SENAMHI	89.11	93.56	93.22	92.67	83.33	74.11	68.56	67.22	73.89	77.78	79.78	86.22	81.62
Huambos	06° 27'	78° 58'	2200.00	CP	1966-1996	SENAMHI	85.00	85.50	85.40	85.90	85.90	83.80	82.40	81.40	81.10	81.30	78.40	80.80	83.08

Fuente: PEOT (Proyecto Especial Olmos Tinajones)

Fig. N° 8: Gráfico de la humedad relativa media mensual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.2.3 Velocidad del Viento

Medido mediante el anemómetro, este parámetro suele estar expresado en Km/h o m/s.

La velocidad del viento media anual, en la parte alta noreste de la cuenca es de 1.46 m/s, medido en la estación Llama, ubicada a 2 133.5 msnm.

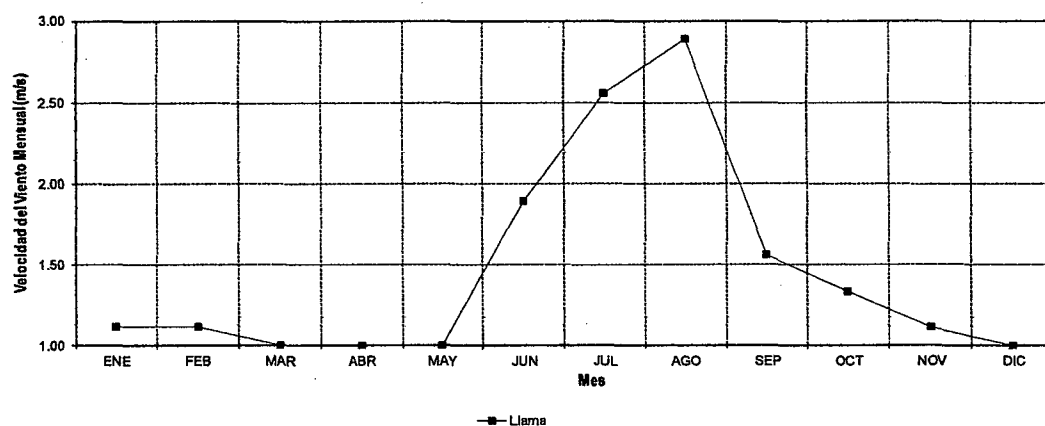
La variación de la velocidad del viento en la estación meteorológica ubicada en la parte alta de la cuenca, se muestran en la **Figura N° 9**.

Cuadro N° 5: Velocidad del viento promedio mensual

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	2000-2008	SENAMHI	1.11	1.11	1.00	1.00	1.00	1.89	2.56	2.89	1.56	1.33	1.11	1.00	1.46
-------	-------------	-------------	---------	----	-----------	---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 9: Gráfico velocidad del viento promedio



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.2.4 Horas de Sol

Este parámetro describe el número de horas de sol durante un día o un mes, el mismo que es medido a través de los heliógrafos.

Las horas de sol total media anual, en la parte alta noreste de la cuenca es de 73.59 hrs., valor obtenido según los registros en la estación Huambos, correspondiente al período 2000-2008.

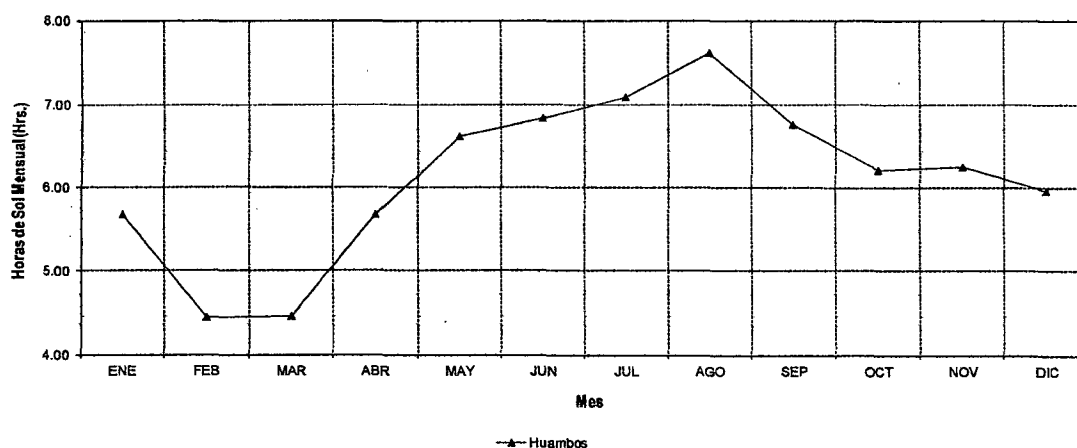
La variación de las horas de sol en la estación meteorológica ubicada en la parte alta de la cuenca, se muestran en la **Figura N° 10**.

Cuadro N° 6: Horas del sol promedio mensual

Huambos	06° 27'	78° 58'	2200.00	CP	2000-2008	SENAMHI	5.68	4.44	4.48	5.67	6.62	6.84	7.09	7.61	6.76	6.21	6.26	5.96	6.13
---------	---------	---------	---------	----	-----------	---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 10: Gráfico horas de sol promedio



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.2.5 Evaporación

La evaporación suele ser medida por evaporímetros de Tanque Clase A o Piche. La determinación de este parámetro es importante, en el cálculo de la evaporación de embalses así como en el cálculo de la Evapotranspiración en el valle y en la cuenca.

La evaporación media anual, en la estación Llama es de 62.69%, siendo la mínima mensual de 32.90% en el mes de febrero, y la máxima mensual de 100.80% en el mes de agosto.

La evaporación media anual, en la estación Huambos es de 80.84%, siendo la mínima mensual de 64.00% en el mes de marzo, y la máxima mensual de 101.50% en el mes de agosto.

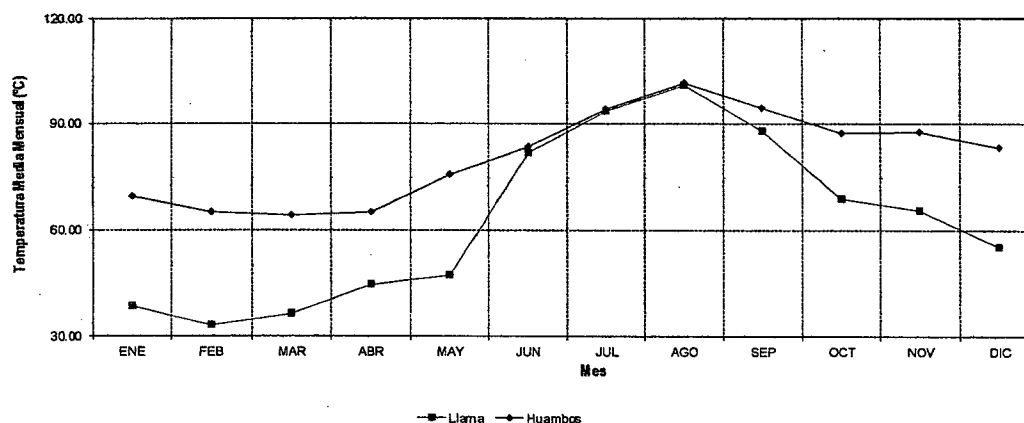
La variación de la evaporación en cada estación meteorológica ubicada en la parte alta de la cuenca, se muestran en la **Figura N° 11**.

Cuadro N° 7: Evaporación media mensual y anual – Evaporímetro Piche

Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	1966-1996	SENAMHI	38.30	32.90	36.20	44.50	47.20	81.70	93.40	100.80	88.00	68.60	65.50	55.20	62.69
Huambos	06° 27'	78° 58'	2200.00	CP	1974-1996	SENAMHI	69.40	64.80	64.00	65.00	75.60	83.50	94.00	101.50	94.30	87.30	87.60	83.10	80.84

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 11: Gráfico de la evaporación media mensual y anual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.2.6 Precipitación

La precipitación pluvial en la cuenca del valle Chancay - Lambayeque es muy variable, dependiendo a la zona y época del año, éstas se concentran a los meses de verano, Enero a Abril para la zona de la cuenca alta.

Para la zona de riego ubicada en la Costa, se tiene una precipitación anual de 35 mm en la estación Tinajones.

La tendencia normal de las precipitaciones se ve notablemente alterada en la Costa con la presencia del Fenómeno El Niño, como lo ocurrido en 1998 en donde se registró una precipitación anual de 1 549,5 mm en la estación Tinajones (ocho veces más que el promedio anual).

En la estación CO-Llama ubicada en la cuenca alta, se registran las más altas precipitaciones en el mes de Marzo, período en el cual llega a un promedio de 187,4 mm; en el período de estiaje coincidente con el invierno comprendido entre Junio y Agosto se registran las menores lluvias, totalizándose así las más bajas precipitaciones en Julio, con valores de 5,9 mm.

En la parte media y baja de la cuenca del Río Chancay - Lambayeque, se presenta cada cierto lapso de tiempo el fenómeno El Niño, que se caracteriza por las precipitaciones pluviales extraordinarias, como las del verano 1983 y 1998.

El análisis de la precipitación del área del Proyecto se ha basado en los registros de 44 años (1964-2008) existentes en algunas estaciones pluviométricas, en otras, con datos incompletos, se ha cubierto el vacío mediante cálculos estadísticos de correlaciones y/o proporciones.

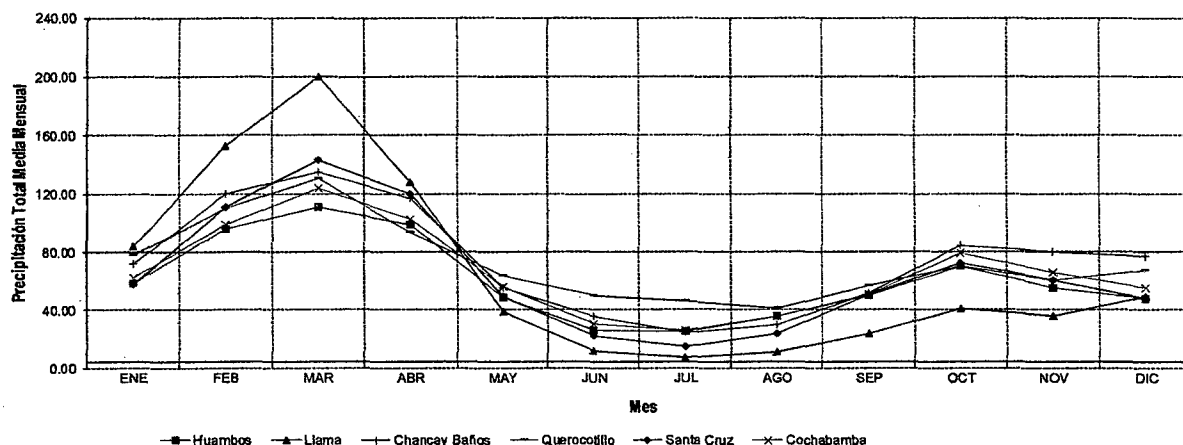
En la **Figura 12**, se presentan las variaciones mensuales de las precipitaciones en la zona, que corresponde a la parte noreste de la cuenca del Río Chancay - Lambayeque, con precipitaciones medias anuales de 801.27 mm, que comprenden las estaciones de Huambos, Llama, Santa Cruz, Cochabamba, Chancay - Lambayeque Baños y Querocotillo.

Cuadro N° 8: Precipitación total media mensual

Huambos	06° 27'	78° 58'	2200.00	CP	1963-2008	SENAMHI	58.40	95.66	110.95	98.82	48.61	26.16	25.44	35.50	49.93	70.39	55.30	47.98	60.26
Llama	06° 30' 52"	79° 07' 21"	2133.50	CO	1963-2008	SENAMHI	83.92	152.90	199.96	127.57	38.26	11.83	6.83	10.56	23.67	40.71	35.75	49.15	65.09
Santa Cruz	06° 37'	78° 57'	2000.00	CO	1963-2008	SENAMHI	57.31	110.52	143.21	119.31	49.29	21.98	15.00	23.64	50.95	72.61	60.75	47.67	64.35
Cochabamba	06° 27'	78° 53'	1672.00	CO	1963-2008	SENAMHI	61.64	98.66	123.41	102.16	55.60	30.69	25.71	35.39	50.98	79.50	65.43	55.41	65.38
Chancay Baños	06° 34'	78° 52'	1677.00	CO	1963-2008	SENAMHI	71.72	119.49	134.80	116.84	55.22	35.37	24.18	29.58	51.51	84.47	79.71	76.96	73.33
Querocotillo	06° 16'	79° 02'	1980.00	PLU	1963-2008	SENAMHI	78.00	110.18	129.97	93.53	63.66	49.71	46.17	41.02	56.76	69.97	60.58	67.02	72.21

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 12: Gráfico de la precipitación total media mensual



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.3 Geología General

La zona de estudio comprende una extensión de aproximadamente 332.25 km² desde la altura máxima de la divisoria de los afluentes de la Subcuenca Juana Ríos hasta la confluencia con el Río Chancay – Lambayeque.

La información geológica de ha sido recopilada gracias al Estudio "Formación de los Planes Participativos de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca Chancay - Lambayeque". La geología se muestra a continuación:

➤ Formación Tinajones

La Formación Tinajones fue descrita por Bonstarrf como una serie de lutitas, cuarcitas y tobas pertenecientes al Cretáceo inferior y que afloran en los alrededores de Chongoyape. Durante el presente estudio se ha encontrado la misma secuencia en varias partes de la región. Se extiende al Este casi hasta el río Chotano, en el cuadrángulo de Incahuasi, y también llega más al Norte de Salas (C. de Jayanca). Sin embargo desaparece al Sur de Chongoyape y no se encuentra en los valles de Zaña y Jequetepeque.

La Formación Tinajones yace con discordancia paralela o ligeramente angular sobre los Volcánicos Oytún. En algunos casos resulta difícil fijar el contacto debido a la presencia de material volcánico en ambas unidades. Sin embargo, la Formación Tinajones contiene cuarcitas que hasta la fecha no se ha encontrado en el Volcánico Oytún, y en casos de dificultad se ha empleado este factor para separar las unidades.

➤ Diorita

Se encuentran afloramientos algo restringidos de diorita en la región. Son cortados por los demás componentes del batolito y como en otras áreas, parecen representar la primera fase de intrusión. Es posible que las monzonitas que en realidad son dioritas, hayan sufrido metasomatismo por influencia de los intrusivos posteriores, de tal manera que la importancia de las dioritas en la composición grosera del batolito podría ser mayor de lo que aparenta a primera vista. Esto parece haber sucedido al Sur de Saltur (C.de Chiclayo), donde se encuentra diorita, monzonita, Esta última penetra a las dos primeras, cuyas relaciones posiblemente pertenecen a una sola unidad

intrusiva, a pesar de sus diferencias actuales de composición.

➤ **Granodiorita y Tonalita**

Como se puede apreciar en los mapas geológicos, la mayor parte del batolito en esta área, tonalita y granodiorita en cuerpos grandes. Hasta la latitud del río Jequetepeque los plutones muestran las mismas características vistas en gran parte del Perú Central, es decir, son unidades extensas con bordes bastante parados que se han emplazado sin producir mucho efecto sobre las rocas encajonantes, sea de metamorfismo o de deformación estructural.

➤ **Formación Pariatambo**

La Formación Pariatambo está representada por 100 a 300 m de caliza, lutita y toba que aflora en muchas partes de la región. A pesar de las variaciones en su litología, siempre se presenta en capas delgadas uniformemente estratificadas. La Formación es generalmente resistente a la erosión y forma escarpas prominentes que resaltan del material blando de la Formación Chúlec. El desarrollo más típico de la Formación Pariatambo, se encuentra en los cuadrángulos de Cutervo, Chota y Celendín, donde presenta un grosor de 150 - 250 m de caliza con intercalaciones delgadas de lutitas.

➤ **Grupo Pulluicana**

El Grupo Pulluicana generalmente consiste en algunos cientos de metros de caliza, marga, lutita y arenisca; aflora en muchos lugares de la región mapeada. En algunas partes del Norte del Perú el grupo es claramente divisible en las formaciones Yumagual y Mujarrún. Esta separación no es muy evidente en la mayor parte de la región bajo estudio, y por lo tanto la unidad ha sido tratada como un grupo indiviso.

Generalmente se presenta en escarpas más o menos pronunciadas, pero también puede presentar terrenos ondulados. Los colores de intemperismo del grupo varían entre crema y marrón claro.

➤ **Volcánico Porculla**

El Volcánico Porculla es una secuencia gruesa de volcánicos mayormente ácidos que afloran a lo largo de la cresta de la Cordillera Occidental en los cuadrángulos de Olmos y Pomahuaca. El nombre de Porculla viene del abra del mismo nombre por donde pasa a carretera Olmos-río Marañón.

En la región de estudio, el Volcánico Porculla aflora en los cuadrángulos de Incahuasi, Jayanca y también más al Sur en los cuadrángulos de Chota, Chepén y Celendín. Generalmente se presenta en bancos gruesos sub - horizontales que constituyen planicies más o menos extensas limitadas por escarpas pronunciadas; muestra diferentes colores siendo la mayoría de los afloramientos grisáceos. El Volcánico Porculla presenta sills y pequeños stocks en muchas áreas.

➤ **Depósitos aluviales**

Un depósito aluvial es una masa de sedimentos detríticos que ha sido transportada y sedimentada por un flujo. (= aluvión)

Usualmente el termino aluvión se usa para los depósitos de arena, sedimento, grava y barro arrojado por los ríos y arroyos. Generalmente, aluvión, o depósito aluvial (como también se le conoce), es de un origen muy reciente (geológicamente hablando, menos de unos cuantos millones de años).

➤ **Depósitos Fluviales**

Los depósitos fluviales están constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos y los procesos de deslizamiento por gravedad asociados. Aunque estos depósitos se están generando actualmente bajo una diversidad de condiciones climáticas, desde desérticas hasta glaciales.

➤ **Formación Goyllarisquizga**

La Formación Goyllarisquizga aflora a través de casi toda la región bajo estudio con un grosor variable de areniscas y cuarcitas, con intercalaciones de lutita.

La base de la unidad varía de una discordancia fuerte con rocas precretáceas a un contacto concordante y gradacional con las Formaciones Carhuaz y Tinajones del cretáceo inferior. En general la relación discordante caracteriza a los sectores oriental y septentrional, mientras el contacto concordante se encuentra en el sector central de la región.

3.1.4 Cobertura Vegetal

Clasificación de la cobertura vegetal es de la siguiente manera:

- Bosque seco de montañas (Bsm)
- Cultivos agrícolas (cua)
- Cultivos agropecuarios (cuap)
- Matorrales (Ma)
- Pajonal (Pj)

Estas unidades, ver plano N°10 en el ámbito de la cuenca.

3.1.5 Descripción Sistema Hidrográfico

3.1.5.1 Sistema Hidrográfico Río Chancay - Lambayeque

El Río Chancay - Lambayeque, tiene sus nacientes en la laguna Mishacocha, ubicada entre los cerros Coymolache y Callejones, a 3 900 msnm, a inmediaciones del centro poblado de Hualgayoc.

Sus aguas discurren de Este a Oeste, y en su recorrido tiene diversos nombres, de acuerdo al lugar que cruza, como Chancay - Lambayeque en el distrito de Chancay -Baños; desde el partidor la Puntilla hasta el mar se le conoce como río Reque.

Su longitud desde sus nacientes hasta el mar es de aproximadamente 205 Km.

Sus afluentes principales por la margen derecha son: quebrada Tayabamba, cauce donde desemboca el túnel Chotano, quebrada Huamboyaco, Cirato y río Cumbil; por la margen izquierda, sus afluentes son: ríos Cañad, Chilar y San Lorenzo. La cuenca tiene una extensión de 5 309 km².

3.1.5.2 Sistema Hidrográfico del río Chotano (trasvase)

El río Chotano tiene origen en la confluencia de las quebradas, río Grande y Yanayacu, su orientación desde sus nacientes es de Este a Noreste, con una longitud de 35 Km. hasta su derivación al Río Chancay - Lambayeque.

La cuenca del río Chotano, de la vertiente del Atlántico, drena 386.33 km² hasta la estación de aforos Lajas, ubicada en la localidad del mismo nombre, la fisiografía de la cuenca es bastante accidentada y se cuenta con dos estaciones de aforos en la cuenca alta; es influenciado por la derivación Conchano, la cual incrementa su caudal considerablemente.

La derivación del río Chotano al Chancay - Lambayeque, se ubica aproximadamente a 8 Km. aguas abajo del distrito de Lajas, a la altura del Cerro Montán, en su margen izquierda; la pendiente media es de 2.3% y de régimen irregular de descargas, concentrándose éstas en los meses de enero, febrero y marzo; luego las descargas disminuyen hasta ser mínimas en los meses de julio, agosto y septiembre.

3.1.5.3 Sistema Hidrográfico del río Conchano (trasvase)

El río Conchano pertenece a la vertiente del Atlántico, descarga sus aguas en el río Maraón, por medio del río Silaco, tiene su origen en varios afloramientos de agua de procedencia subterránea, cuya extensión es de 2 ha.

La derivación del río Conchano hacia el río Chotano, es a partir de la quebrada Salabamba, mediante el túnel Conchano que desemboca el río Doña Ana, zona ubicada en las coordenadas 6° 28' de Latitud Sur y 78° 40' de Longitud Oeste, altura media 2 400 msnm.

3.1.5.4 Sistema Hidrográfico Subcuenca Juana Ríos (Zona de Estudio)

La Subcuenca Juana Ríos desemboca en el Río Chancay - Lambayeque por la margen Derecha. La cuenca recolectora de dicha quebrada tiene sus orígenes del curso principal cerca la Laguna Clara y Oscura aproximadamente 3900msnm, en la parte más baja en la cota 65 msnm. Sus aguas tienen una dirección Suroeste, y su curso principal se localiza en las coordenadas Este de 695275 a 67592 y Norte de 9291165 a 9263812.

La longitud total del curso principal es de 43 Km, resultando una pendiente media de 0.0825, y una área de drenaje de 332.30 km².

En su recorrido tiene diversos nombres, como algunas de acuerdo al lugar que cruza, en la parte alta Lucupis que pertenecen al distrito de San Juan de Lucupis – Chota, en la parte media Las Pampas que también pertenecen al de distrito de San Juan Lucupis, y en la parte más baja Playa en Arenal perteneciente al distrito Chongoyape.

La zona de desembocadura en el Río Chancay - Lambayeque, es ocupada en gran parte por predios agrícolas y están asentados los centros poblados Tierras Blancas, Mulato y San Juan. En su desembocadura el cauce no está muy bien definido, pues presenta ramificaciones del curso por las bajas pendientes.

3.1.6 Descripción general - Infraestructura Hidráulica Tinajones

3.1.6.1 Bocatoma Raca Rumi

Es la obra principal y está ubicada a la altura de la cota 280 msnm, su estructura permite la captación de las aguas del Río Chancay - Lambayeque de hasta 75 m³/s, hacia el Canal Alimentador de Tinajones. Esta estructura ha soportado los eventos extraordinarios de los Fenómenos El Niño 1983 y 1998. Fue construida en el período 1966-1968 y están en servicio desde el año 1969.

3.1.6.2 Canal Alimentador

Conduce las aguas derivadas del río Chancay - Lambayeque hacia el reservorio Tinajones. Se inicia en la Bocatoma Raca Rumi, inmediatamente después de la estructura de salida del desarenador, termina en la estructura de entrega al Reservorio Tinajones, tiene una longitud de 16.080 km y una capacidad máxima de 70 m³/s.

3.1.6.3 Reservorio Tinajones

Se encuentra ubicado en la margen derecha del río Chancay - Lambayeque, ha sido construido en un área de 20 km², con una capacidad de almacenamiento de 320 MMC, formándose el embalse por medio de un dique principal, de estructura de tierra zonificada de 41 m de altura y 2.38 km de longitud y tres diques secundarios.

3.1.6.4 Canal de descarga

El canal de descarga es de mampostería de piedra, espesor de 30 cms, en sus taludes y piso de concreto, espesor de 15 cms. Tiene una longitud de 4 km, 80 m³/seg de capacidad. 6.40 m de ancho en el fondo, taludes de 0.75 m:1, altura de 3.70 mts. En diferentes puntos tiene 02 puentes y dos caídas.

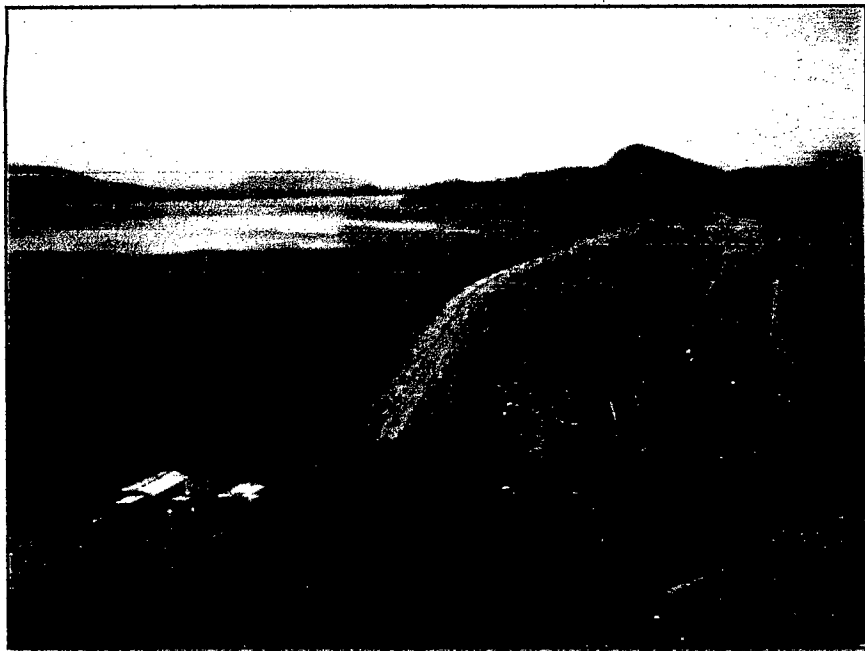
3.1.6.5 Repartidor la puntilla

La obra está ubicada en el río Chancay, a la altura de la cota 119.00 m.s.n.m., comprensión del Distrito de Pucalá, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

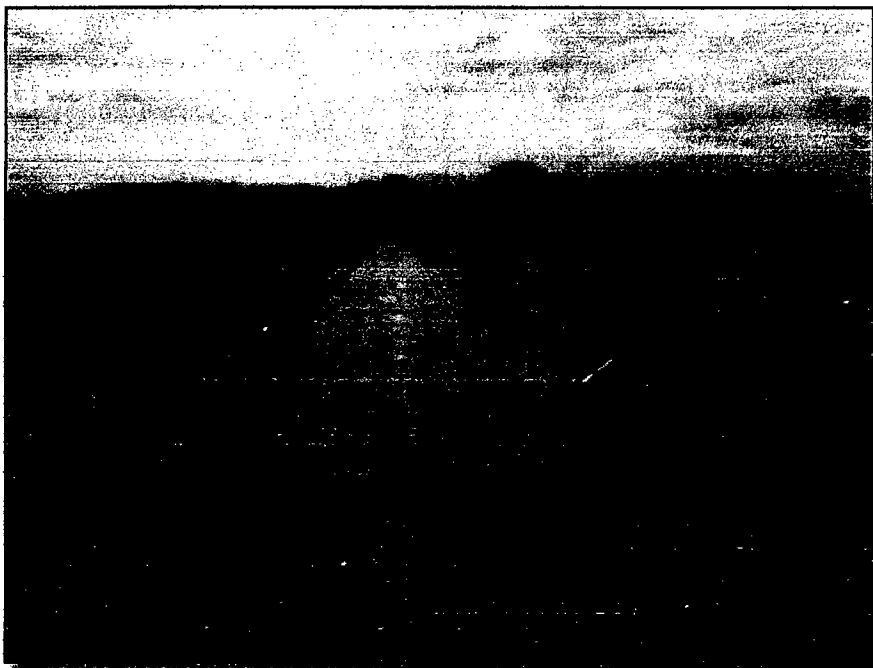
Es una estructura que consta de barraje mixto (fijo y móvil) y ventanas de captación; siendo sus principales estructuras:

- Muros y Diques de Encauzamiento
- Pasarela de Operaciones y Circulación Peatonal
- Puente - Pasarela
- Barraje Fijo / Aliviadero de Demasías (Tres cuerpos)
- Barraje Móvil (Río Reque)
- Estructura de Salida al Río Reque
- Obras de Protección (Enrocados)
- Estructura de Captación (Río Taymi)
- Estructura de Salida (Río Taymi)

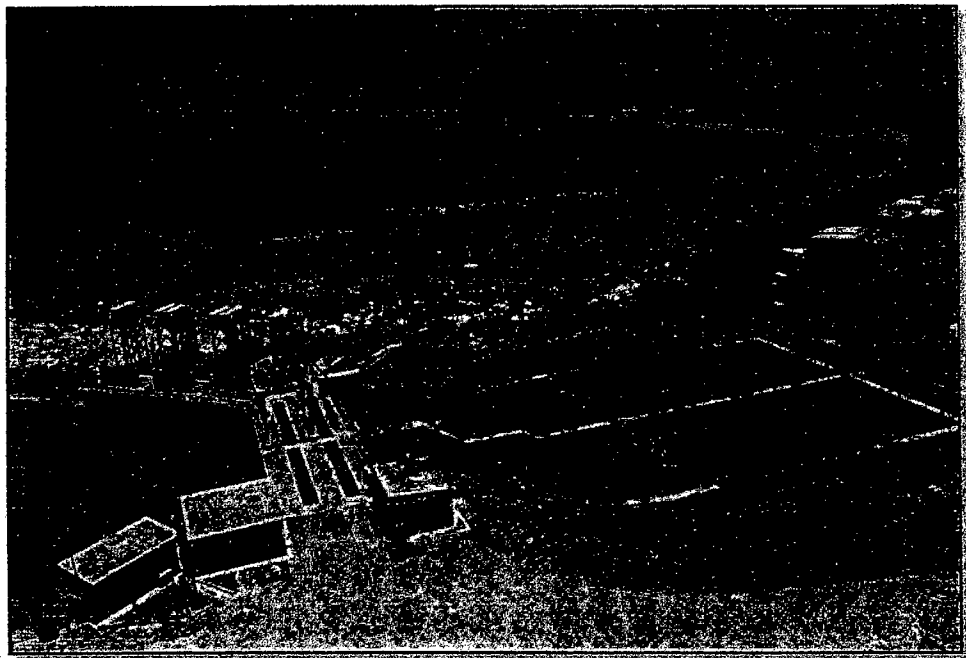
Fotografía N° 3: Reservorio Tinajones



Fotografía N° 4: Canal Alimentador



Fotografía N° 5: Bocatoma Racarumi



Fotografía N° 6: Canal de Descarga



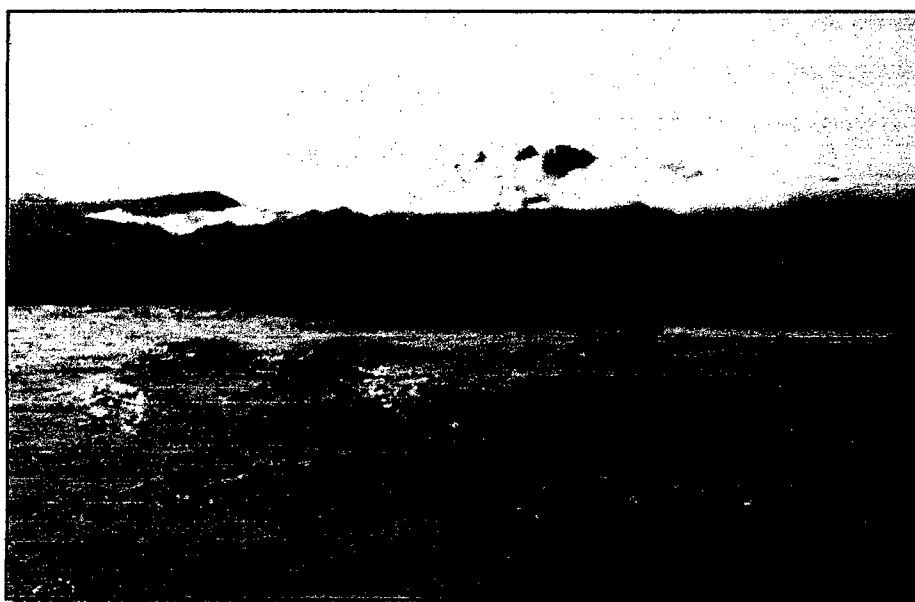
3.1.6.6 Impacto de Avenidas Infraestructura Hidráulica Tinajones

El Sistema Hidráulico de Tinajones se ven afectados por el impacto de máximas avenidas, el exceso de precipitación provoca el aumento del caudal llegando a saturar las estructuras hidráulicas, hasta provocando desbordes en cómo se muestran en las siguientes fotografías:

Fotografía N° 7. Infraestructura Hidráulica del Sistema Tinajones – Repartidor la puntilla, marzo de 2008



Fotografía N° 8: Infraestructura Hidráulica del Sistema Tinajones Repartidor la Puntilla, marzo de 2008



Fotografía N° 9: Desborde por la Margen Izquierda - Repartidor la Puntilla, marzo de 2008



Fotografía N° 10: Desborde del Río Chancay - Lambayeque por la margen izquierda, marzo de 2008



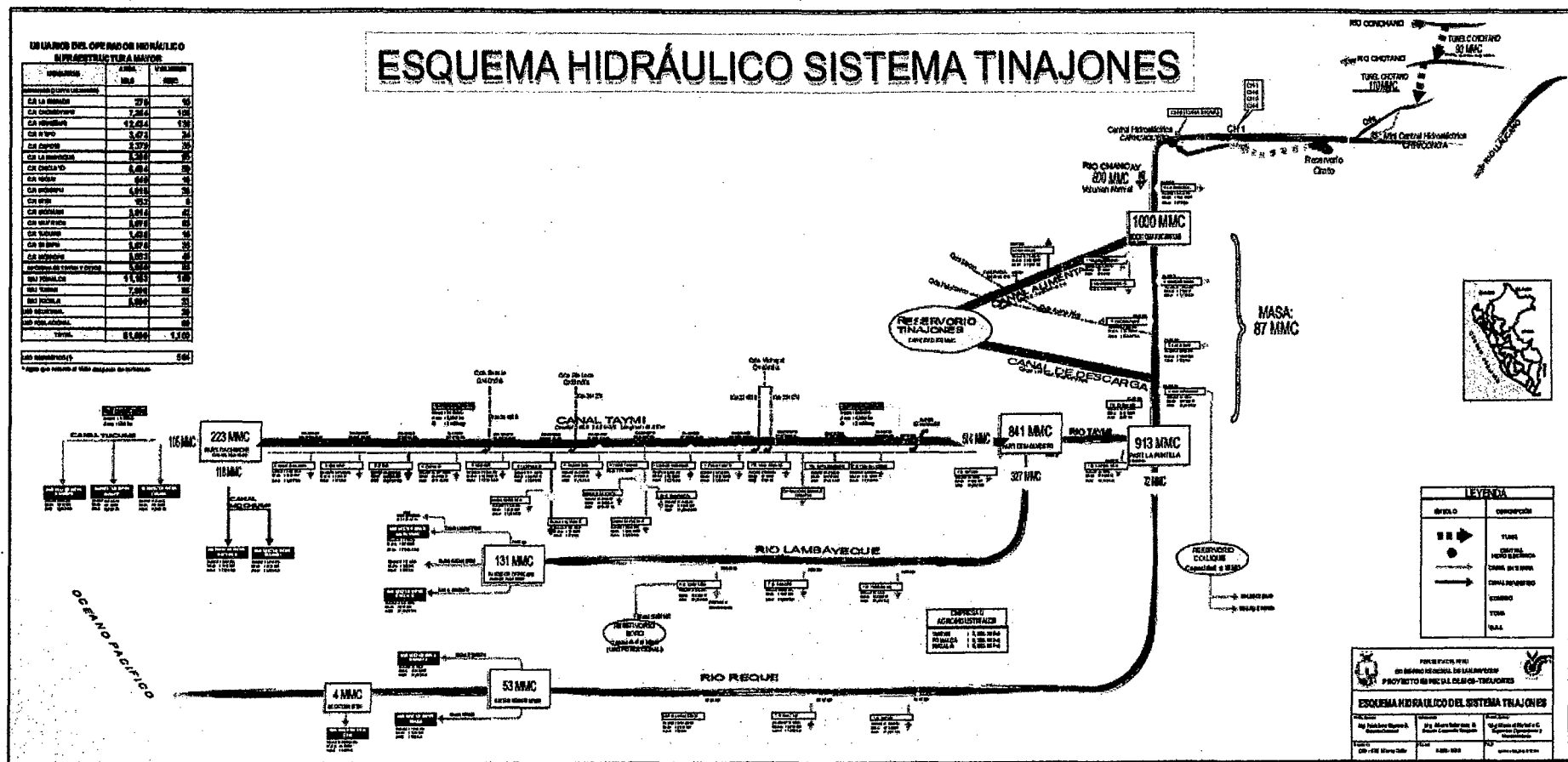
Fotografía N° 11: Impacto de máxima avenida en el canal alimentador



Fotografía N° 12. Impacto de máxima avenida en el canal alimentador



Fig. N° 13: Esquema del Sistema Hidráulico Tinajones



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

3.1.7 El Fenómeno del Niño y la incidencia Antropogénica

3.1.7.1 Definición del Fenómeno del Niño

El Fenómeno El Niño, también conocido como fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur) se inicia con un calentamiento del mar en el Océano Pacífico en las proximidades de Australia y Nueva Zelandia, y sus consecuencias se dan a nivel global y no únicamente en las costas de Sudamérica.

El Fenómeno ENOS debe diferenciarse de la Corriente de El Niño, la cual trata de un fenómeno periódico y normal que sucede cada año durante los meses de diciembre a abril. Este se caracteriza por la presencia de aguas cálidas que provienen del norte, de zonas próximas a Panamá y bajan por las costas de Sudamérica, la cual marca el inicio de la estación cálida y húmeda en la región costera norte del Perú.

El fenómeno El Niño se define científicamente como la respuesta dinámica del Océano Pacífico al forzamiento prolongado de los vientos ecuatoriales, así como la presencia de aguas cálidas frente a las costas de Ecuador y Perú con anomalías (desviaciones de su valor normal) superiores a una desviación estándar, durante un período de no menos de cuatro meses. Cada fenómeno ENOS varía notablemente entre uno y otro, principalmente en lo que se refiere a su intensidad y duración, por lo que se los ha clasificado en cuatro categorías de acuerdo a su intensidad, estas son: débil, moderado, fuerte y extremadamente fuerte.

3.1.7.2 Recurrencia del Fenómeno del Niño

En el norte de Perú, se han presentado varios eventos de este tipo. Las consecuencias para el departamento de Lambayeque han sido catastróficas, presentándose intensas lluvias torrenciales que afectaron todas las actividades socioeconómicas y productivas y el desarrollo político de la colectividad.

La región donde El Niño tiene una influencia indiscutible sobre la pluviometría, es la costa Norte del Perú. Allí los Niños corresponden generalmente a un incremento de las precipitaciones, que según su intensidad, puede ser benéfico para la agricultura o provocar inundaciones que pueden ser devastadoras como fue el caso de 1983 y 1998.

En esta zona, durante los años Niños excepcionales las precipitaciones diarias llegan a cambiar entre 100 a 200 mm.

La mayor influencia, como se aparecía en las fotografías adjuntas, se presentan en el Badén Juana Ríos, quedando el pase al distrito de Chongoyape interrumpido ante la crecida de la *Subcuenca Juana Ríos* y el *Río Chancay - Lambayeque*. Así como este efecto existen muchos que están mencionados en los antecedentes.

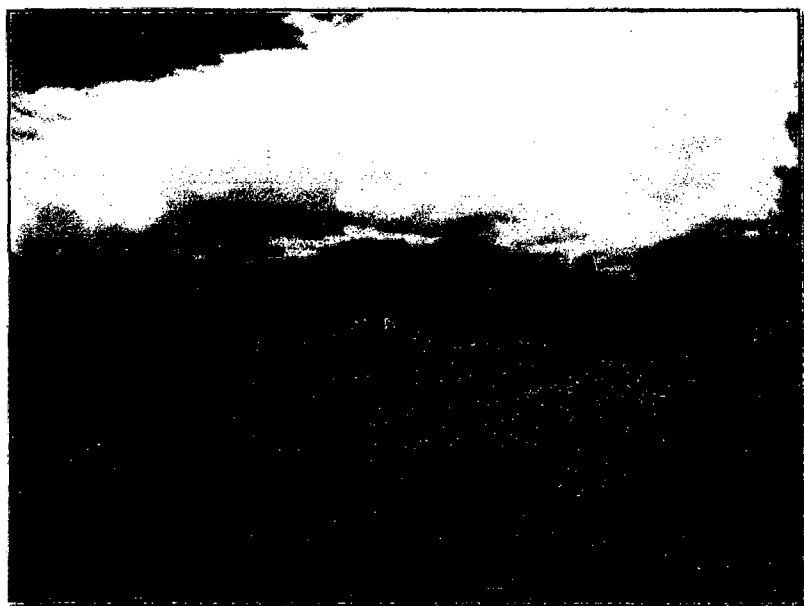
El estudio de Avenidas en las Cuencas de la Vertiente del Pacífico - Cuencas de la Costa Norte reporta que a partir de la recolección de informaciones evaluadas, que han trabajado sobre zonas del Norte de la costa peruana a partir de datos históricos, arqueológicos, sedimentológicos e paleoclimatológicos, se puede decir, con todas las reservas del caso, que cada 500 ó 1000 años, el Perú ha sido golpeado por una catástrofe mayor (Mega Niño), capaz de remodelar paisajes y desorganizar o provocar la desaparición de sociedades. Niños Muy Fuertes como los de 1925, 1983 o 1997 sobrevendrán aproximadamente cada 50 años.

Niños normales o canónicos sobrevendrán en promedio cada 3 ó 4 años. Estos tienen a menudo efectos benéficos sobre los cultivos y la generación del recurso agua, pero provocan daños considerables (en promedio cada diez años).

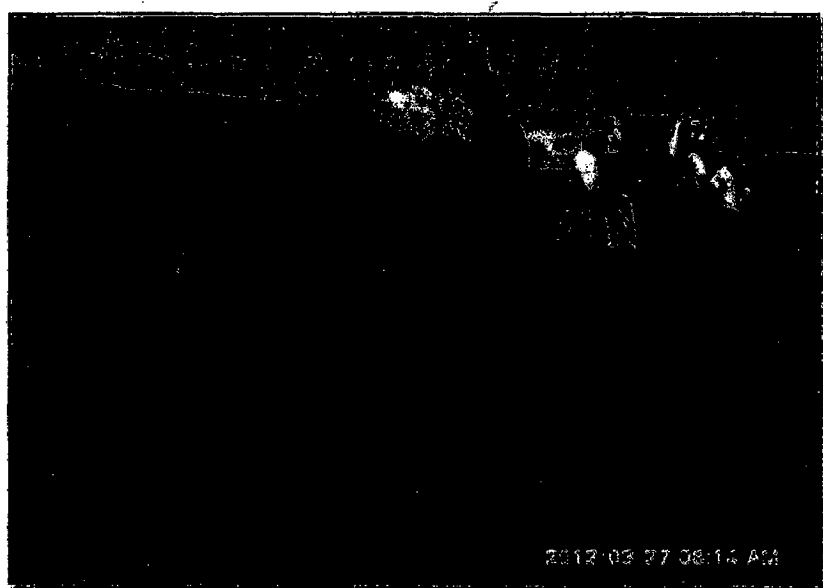
Por otro lado, hay que recordar que en el Perú, las inundaciones no siempre son provocadas por el fenómeno del Niño. Los huaicos a menudo catastróficos, son muchas veces vinculados por deslizamientos de terreno provocados por temblores, accidentes glaciares o exceso de lluvias relacionadas con el Niño o no recalentamiento global del clima del planeta, de ser así se correría el riesgo de que "Los Niños Muy Fuertes" sean más frecuentes.

Históricamente, el fenómeno El Niño siempre se ha presentado en las costas peruanas del Norte del país. Se tienen cuáles desde el Siglo pasado y en el presente se tiene las siguientes fechas :1925, 1932, 1941, 1953, 1958, 1965, 1970 , 1972, 1977, 1983, 1987, 1992, 1998, 2008. Según referencias el Fenómeno El Niño de 1925 fue el más catastrófico

Fotografía N° 13: Badén Juana Ríos (L=250m) – Chongoyape , Marzo de 2008



Fotografía N° 14. Crecida del Río Chancay - Lambayeque y la Subcuenca Juana Ríos inunda Badén – Marzo de 2012.



Fotografía N° 15. Crecida del Interrumpe el tránsito vehicular – Marzo de 2012



3.1.8 Materiales utilizados

Los Materiales utilizados en el presente estudio son los siguientes:

- Informes referidos al tema de estudio.
- Mapas e imágenes satelitales de la zona (Cartografía).
- Información climática.
- Datos diarios de precipitación máxima.
- Datos diarios de Caudales máximos.
- Software Arcgis, Autocad, Hidroesta, Hec-Hms, Civil 3D, Microsoft Office (Word, Excel)
- Equipo de cómputo.

3.2 Metodología

3.2.1 Actividad Preliminar

3.2.1.1 Trabajo de campo

Después de revisar la información existente de los estudios afines, cartas digitales e impresas y otros elementos que son necesarios para este estudio, se programó un reconocimiento de campo a la zona del estudio los días 12-06-2013 y 13-11-13, contando para ello con cartas nacionales, plano, GPS y movilidad (camioneta doble cabina), con la finalidad de complementar información que se requiere para el estudio, en esta visita se observó lo siguiente:

- Reconocimiento y evaluación de la zona de estudio.
- Evaluación preliminar de los recursos naturales existentes (agua, suelos, flora y fauna).
- Evaluación de la infraestructura hidráulica del sistema Tinajones.

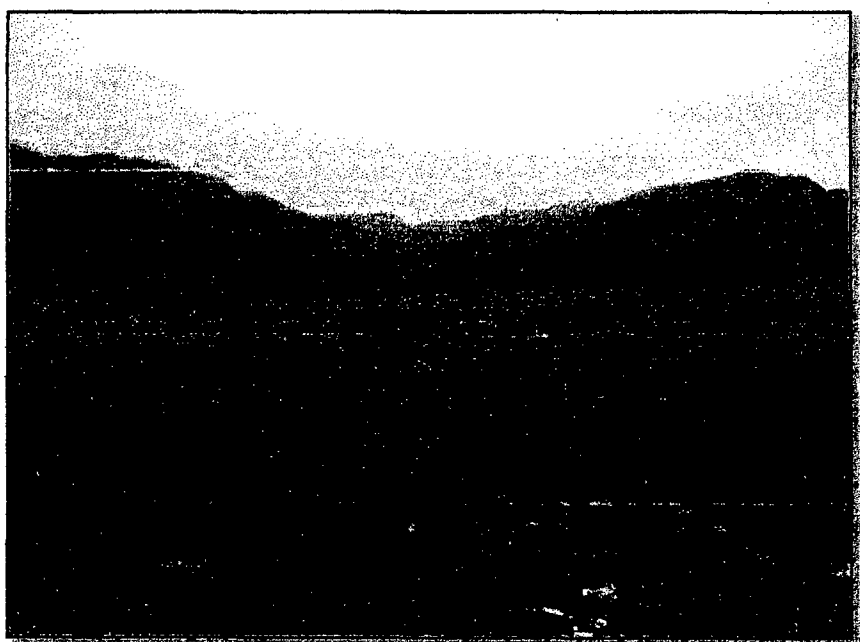
3.2.1.2 Trabajo de gabinete

Las labores complementarias en gabinete se desarrolló con la recopilación de la información técnica existente en archivos del PEOT, expediente, informes, etc, determinando así la ubicación, procesamiento y generación de las precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno con los datos de las estaciones pluviométricas e hidrométricas en el ámbito de la cuenca; asimismo, se procedió a la delimitación de la Subcuenca Juana Ríos y las principales microcuencas de aporte al curso principal y obtención de los parámetros fisiográficos como: área, perímetro, factor forma, pendiente, densidad de drenaje, etc.

*Fotografía N° 16: Evaluación de campo - Teódulo Carrasco,
Ing. Pastor Espinoza (Proyecto Especial Olmos Tinajones)*



Fotografía N° 17: Evaluación de campo Subcuenca Juana Ríos



3.2.1.3 Información Básica

Se recolectaron datos de:

- Cartas Nacionales a escala 1/100,000 del IGN, con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m, Hojas 13-e, 13-f, 14-d, 14-f, 14-e,
- Cartas Nacionales a escala 1/100,000 del IGN digitalizadas en Sistema de Información Geográfica (SIG); cobertura: red hidrográfica, curvas de nivel y nombres de la red hidrográfica.
- Mapas temáticos como el de hidrológico, ecología, geología, grupos de suelos y capacidad de uso, y cobertura vegetal de la cuenca del Río Chancay - Lambayeque, elaborados por parte del Proyecto Especial Olmos Tinajones.
- Información de precipitaciones y descargas analizadas en estudios realizados sobre la cuenca del Río Chancay - Lambayeque.

Para un mejor manejo de esta información cartográfica, ha sido digitalizada como un Sistema de Información Geográfico (SIG), con asistencia de los programas de cómputo ARCGIS y AUTOCAD.

3.2.1.4 Información Hidrometereológica

La información recopilada de registros de descargas corresponde a las estación hidrométricas Racarumi descrita en el **Cuadro N°9**.

La información recopilada de registros de precipitación máximas diarias corresponde a las estaciones pluviométricas influentes en la zona de estudio, descritas en el **Cuadro N° 10**.

[illegible][illegible]

3.2.1.5 Estudios existentes

No existe un estudio específico de máximas avenidas de la Subcuenca Juana Ríos. Sin embargo existen estudios relacionados de máximas avenidas sobre la Cuenca Chancay - Lambayeque, como en la zona Norte del Pacífico.

Estos estudios son los siguientes:

- "Estudio hidrológico y determinación de los límites de inundación aguas abajo" – INADE – Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Olmos Tinajones, CESEL S.A Ingenieros Consultores; Lima – Octubre de 1999.
- Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil del Proyecto: "Instalación de la Presa del Embalse la Montería y obras conexas en el distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque", parte: estudios hidrológicos. Gerencia de Desarrollo Tinajones, Lambayeque - Julio de 2012.
- "Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico - cuencas de la costa norte". Ministerio de Agricultura Autoridad Nacional Del Agua Dirección De Conservación Y Planeamiento De Recursos Hídricos. Lima – Diciembre de 2010.
- "Programa de Control de Inundaciones en Los Ríos La Leche y Chancay - Lambayeque", Gobierno Regional de Lambayeque Proyecto Especial Olmos Tinajones, Chiclayo – Julio de 2008.
- "Formulación de los Planes Participativos de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca Chancay - Lambayeque-Lambayeque". Diagnóstico Consolidado Tomo-I, TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Chiclayo, 2012.

IV. RESULTADOS

4.1 Características Fisiográficas de la Subcuenca (Zona de estudio)

Los resultados de las características fisiográficas o morfológicas se ha desarrollado con el apoyo del Software Arcgis 10.1 , este programa ayudado a determinar algunos parámetros importantes para la determinación hidrológica de máximas avenidas. Para ello es necesario conocer el sistema de información geográfica y los alcances de esta gran herramienta. A continuación alguna definiciones:

4.1.1 Sistema de Información Geográfica y Arcgis

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés, Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La función principal de los SIG es contar con cartografía y una base de datos asociada con el objetivo principal de resolver problemas espaciales, es decir, un programa que permita manejar conjuntamente la cartografía y las bases de datos alfanuméricas asociadas.

ArcGIS es un completo sistema de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades de la organización. Como sistema de información, ArcGIS es accesible principalmente desde

clientes de escritorio, navegadores web y terminales móviles que se conectan a servidores departamentales, corporativos. Para los desarrolladores, proporciona herramientas que les permiten crear sus propias aplicaciones. La información dentro de ArcGIS es trabajada de manera sistémica, lo que representa una diferencia sustancial a lo relacionado al trabajo con información planos y mapas, permitiendo explorar, ver y analizar los datos según parámetros

4.1.2 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un área de captación natural del agua de la precipitación que converge hacia un único punto de salida. Se compone básicamente de un conjunto de superficies vertientes y de una red de drenaje formada por cursos de agua que fluyen hasta llegar a un lecho único. Es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas, y con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como las unidades de división funcionales con más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua.

4.1.2.1 Tipos de Cuenca

Referencia fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas, sin embargo encontramos otros tipos considerando la salida, y son:

- •Cuenca Endorreica: Cuencas que desembocan en lagos, lagunas o salares, no tienen comunicación ni salida fluvial al mar, es decir, el punto de salida de los escurrimientos se encuentra dentro de los límites de la propia cuenca.
- •Cuenca Exorreica: En este tipo de cuenca, el punto de salida se encuentra en los límites de la misma y drena sus aguas a otra corriente o al mar u océano.

- •Cuenca Arreica: Las aguas de estas cuencas se evaporan o se filtran en el terreno antes de formar parte de una red de drenaje, ya que no existe una permanente.
- •Cuenca Criptorreica: Este tipo de cuenca se da cuando los escurrimientos se filtran y se convierten en ríos subterráneos.

Nuestra área de estudio Subcuenca Juana Ríos, sería un tipo de cuenca Exorreica por la descripción antes mencionada.

4.1.2.2 Clasificación de una Cuenca

Las cuencas se pueden clasificar tomando en cuenta la superficie de la misma, en este sentido Campos Aranda (1998) las clasifica de acuerdo a la siguiente tabla.

Cuadro N° 11: Tamaños y descripción de cuencas

< 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia – Pequeña
500 a 2500	Intermedia – Grande
2500 a 50000	Grande
>50000	Muy grande

Fuente: Elaboración propia.

Nuestra área de estudio se clasificaría en una cuenca intermedia pequeña.

4.1.3 Parámetro Morfográficos

La Subcuenca Juana Ríos tiene un área de drenaje de 332.30 Km² hasta la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque, sus afluentes principales son la Quebrada Palo Blanco y la Quebrada Majín, y drena las escorrentías superficiales o excedentes hacia la confluencia, el Río Chancay - Lambayeque tiene una longitud de 205 Km desde las nacientes hasta la desembocadura al mar.

Se ha determinado valores de los parámetros de forma y relieve de mayor importancia e interpretación; para cada microcuenca.

Los parámetros geomorfológicos han sido obtenidos del mapa base digitalizado como antes mencionado en el software ARCGIS.

Las características hidrológicas de una cuenca son descritas en términos de las siguientes propiedades: (a) área, (b) forma, (c) relieve, (d) medidas lineales, y patrones de drenaje. En los Cuadros del N° 12 al N° 14, se presentan las características fisiográficas de las microcuencas.

4.1.3.1 Área de Drenaje

El área de drenaje ha sido calculada para las tres (3) microcuencas analizadas. En general, a mayor área de cuenca, mayor cantidad de escorrentía superficial y, consecuentemente, mayor flujo superficial. El área de la cuenca está definida por el espacio delimitado por la curva del perímetro (P). Esta línea se traza normalmente mediante fotointerpretación de fotografía aéreas en las que se aprecia el relieve (y por lo tanto las divisorias de aguas) o sobre un mapa topográfico en función las curvas de nivel representadas. Probablemente sea el factor más importante en la relación escorrentía-característica morfológica.

4.1.3.2 Forma de la Cuenca

Una descripción cuantitativa de la forma de una cuenca es proporcionada por la siguiente fórmula:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad \dots (01)$$

Donde:

K_f = Factor de forma.

A = Área de la cuenca (Km²).

L = Longitud de la cuenca (Km).

4.1.3.3 Coeficiente de Compacidad

Una descripción alternativa de la forma de una cuenca está basada sobre la razón del perímetro de la cuenca al área. Para este propósito, un círculo equivalente es definido como un círculo de igual área a aquella de la cuenca. El coeficiente de compacidad es la razón del perímetro de cuenca a aquella del círculo equivalente. Esto conduce a:

$$K_c = \frac{0.282P}{A^{1/2}} \quad \dots (02)$$

Donde:

K_c = Coeficiente de compacidad.

P = Perímetro de la cuenca.

A = Área de la cuenca.

La respuesta de la cuenca se refiere al tiempo de concentración de la escorrentía. El rol de la forma de la cuenca en la respuesta de la cuenca, no ha sido claramente establecido; podría mencionarse que, un factor de forma alto, o un coeficiente de compacidad cercana a 1, describen una cuenca que tiene una respuesta de cuenca rápida y empinada.

Contrariamente, un factor de forma bajo o un coeficiente de compacidad mucho mayor que 1, describe una cuenca con una respuesta de escorrentía retardado. Sin embargo, muchos otros factores, incluyendo al relieve de la cuenca, cobertura vegetativa, y densidad de drenaje, son usualmente más importantes que la forma de la cuenca, con sus efectos combinados que no son fácilmente percibidos.

En los Cuadros N° 12 al 14, se presentan los valores calculados del factor de forma y coeficiente de compacidad para cada microcuenca.

4.1.3.4 Relieve de la Cuenca

Relieve es la diferencia de elevación entre dos puntos referenciales. El relieve máximo de la cuenca es la diferencia de elevación entre el punto más alto en la divisoria de la cuenca y la salida de la cuenca. La razón de relieve es la razón

del relieve máximo de la cuenca a la distancia recta horizontal más larga de la cuenca, medida en una dirección paralela a aquella del curso de agua principal. La razón de relieve es una medida de la intensidad del proceso erosional activo en la cuenca.

➤ Pendiente

La gradiente del cauce de un curso de agua principal es una medida conveniente del relieve de cuenca. La gradiente del cauce obtenida de las elevaciones máximas y mínimas, es referida como la pendiente S1. En los Cuadros del N° 12 al N° 14, se presentan los valores calculados para la pendiente de cada microcuenca.

Una medida algo más representativa de la gradiente del cauce es la pendiente S2, definido como la pendiente constante que corta el perfil longitudinal en dos áreas iguales.

Una medida de la gradiente del cauce que toma en cuenta el tiempo de respuesta de la cuenca es la pendiente equivalente, o S3. Para calcular esta pendiente el cauce es dividida en n subtramos, y una pendiente es calculado para cada subtramo. Basado en la ecuación de Manning, el tiempo de recorrido del flujo a través de cada subtramo es asumido que es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la pendiente equivalente. Esto conduce a la siguiente ecuación:

$$S_3 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n (L_i / S_i^{1/2})} \right]^2 \quad \dots (03)$$

Donde:

S_3 = Pendiente equivalente.

L_i = Cada longitud i de n subtramos.

S_i = Cada pendiente i de n subtramos.

➤ Rectángulo Equivalente

Es el rectángulo que tiene la misma área y el mismo perímetro que la cuenca. En estas condiciones tendrá el mismo coeficiente de compacidad K_c de Gravelius, así como también iguales parámetros de distribución de alturas, igual curva hipsométrica, etc. Se deberá tener, considerado que L y l , son las dimensiones del rectángulo equivalente.

$$A = L \times l \quad \dots (04)$$

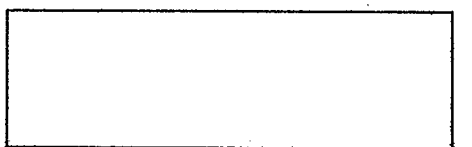
$$P = 2(L + l) = 2K_c \sqrt{\pi A} \quad \dots (05)$$

$$L^2 - L.K_c \sqrt{\pi A} + A = 0 \quad \dots (06)$$

De donde se obtiene:

$$L = \frac{K_c \sqrt{\pi A}}{2} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\pi K_c^2}} \right] \quad \dots (07)$$

$$l = \frac{K_c \sqrt{\pi A}}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\pi K_c^2}} \right] \quad \dots (08)$$



4.1.3.5 Mediciones Lineales

Las mediciones lineales son utilizadas para describir la característica unidimensional de una cuenca. En los Cuadros del N° 12 al N° 14 se presentan estas características lineales de las microcuencas analizadas.

➤ Longitud de Cuenca

La longitud de cuenca (o longitud hidráulica) es la longitud medida a lo largo del curso de agua principal. El curso de agua principal (o corriente principal) es el curso de agua central y más largo de la cuenca y la única que conduce escorrentía hacia la salida.

La longitud del curso principal del río desde sus nacientes hasta la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque es de 43 Km.

La longitud al centroide de la cuenca, es la longitud medida a lo largo del curso de agua principal, desde la salida de la cuenca hasta un punto localizado cercano al centroide.

➤ Orden de Ríos

El concepto de orden de corriente es esencial para la descripción jerárquica de corrientes dentro de una cuenca. El flujo sobre terreno podría ser considerado como una corriente hipotética de orden cero. Una corriente de primer orden es aquella que recibe flujo de corrientes de orden cero, es decir, flujo sobre terreno.

Dos corrientes de primer orden se combinan para formar una corriente de segundo orden. En general dos corrientes de orden m se combinan para formar una corriente $m+1$. El orden del río de la cuenca es el orden de la corriente principal.

El orden de corriente de una cuenca está directamente relacionado a su tamaño. Cuencas grandes tienen órdenes de corriente de 10 o más. La evaluación de orden de corriente es ampliamente sensible a la escala del plano. Además, considerable cuidado es requerido cuando se utiliza análisis de orden de corriente en estudios comparativos de comportamiento de cuenca.

4.1.3.6 Densidad de Drenaje

Las longitudes de todas las corrientes pueden ser sumadas para determinar la longitud total de la corriente. La densidad de drenaje de la cuenca es la razón de la longitud total de corriente al área de cuenca. Una densidad de drenaje alta refleja una respuesta de escorrentía rápida y empinada, mientras que una

densidad de drenaje bajas es característica de una respuesta de escorrentía tardía. La relación es la siguiente:

$$D_d = \frac{L}{A} \quad \dots (09)$$

Donde:

D_d = Densidad de drenaje.

L_t = Longitud total de las corrientes perennes o intermitentes en Km.

A = Área de la cuenca Km^2

Del Cuadro N° 14 al N° 16, se presenta los valores del índice de drenaje de las microcuencas analizadas.

4.1.3.7 Extensión media de escurrimiento

Se define como la distancia media que el agua debería escurrir sobre la cuenca para llegar al cauce y se estima por la relación que existe entre el área y 04 veces la longitud de todos los cauces de la cuenca.

$$L_m = \frac{A}{4 \sum L_t} = \frac{1}{4 D_d} \quad \dots (10)$$

Donde:

A = Área de drenaje.

D_d = Densidad de drenaje.

L_t = Longitud total de las corrientes perennes o intermitentes en Km.

Del Cuadro N° 12 al N° 14, se presenta los valores del índice de drenaje de las microcuencas analizadas.

Las características fisiográficas se muestran en los siguientes cuadros

Cuadro N° 12: Parámetros fisiográficos Quebrada Majín

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS MAJÍN			
PARAMETROS	REGISTRO	UNIDAD	DESCRIPCION
A	166.99	Km ²	Area de la Cuenca
P	89	Km	Perímetro de la cuenca
Curso Principal			
L	39	Km	Longitud del Cauce Principal
I	99	Km	Longitud de las corrientes perennes
S	0.095	m/m	Pendiente del Curso Principal
h _{max}	3900		Cota máxima
h _{mín}	190		Cota mínima
Ubicación Curso Principal			
			Parte Aguas
Este	695.985	m	
Norte	9.295.057	m	
			Desembocadura
Este	676.496	m	
Norte	9.266.978	m	
Factores de Forma			
K _f	0.11		Factor Forma
K _C	1.94		Coeficiente de compacidad
Sistema de Drenaje			
n	3		Clasificación ordinal del curso principal
D _d	0.59		Densidad de drenaje
L _m	0.42	Km	Extensión media
Relieve de la Cuenca			
L _e	40.73	Km	Rectángulo Equivalente (Largo)
l _e	4.10	Km	Rectángulo Equivalente (Ancho)
Altitud			
h _{max}	3900	msnm	Cota máxima
h _{mín}	190	msnm	Cota mínima
h _{med}	1660.855	msnm	Altitud media
h _{mf}	1195.81	msnm	Altitud más frecuente
S	0.095	m/m	Pendiente

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 13. Parámetros fisiográficos Quebrada Palo Blanco

CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS PALO BLANCO			
PARAMETROS	REGISTRO	UNIDAD	DESCRIPCION
A	147.82	Km ²	Area de la Cuenca
P	63.86	Km	Perímetro de la cuenca
Curso Principal			
L	24	Km	Longitud del Cauce Principal
I	82.75	Km	Longitud de las corrientes perennes
S	0.084	m/m	Pendiente del Curso Principal
h _{max}	2200.00		Cota máxima
h _{mín}	190		Cota mínima
Ubicación Curso Principal			
			Parte Aguas
Este	688.320	m	
Norte	9285017.000	m	
			Desembocadura
Este	676.466	m	
Norte	9,267.078	m	
Factores de Forma			
K _f	0.26		Factor Forma
K _C	1.48		Coefficiente de compacidad
Sistema de Drenaje			
n	3		Clasificación ordinal del curso principal
D _d	0.56		Densidad de drenaje
L _m	0.45	Km	Extensión media
Relieve de la Cuenca			
L _e	26.61	Km	Rectángulo Equivalente (Largo)
l _e	5.55	Km	Rectángulo Equivalente (Ancho)
Altitud			
h _{max}	2800	msnm	Cota máxima
h _{mín}	190	msnm	Cota mínima
h _{med}	1131.08	msnm	Altitud media
h _{mf}	474.65	msnm	Altitud más frecuente
S	0.109	m/m	Pendiente

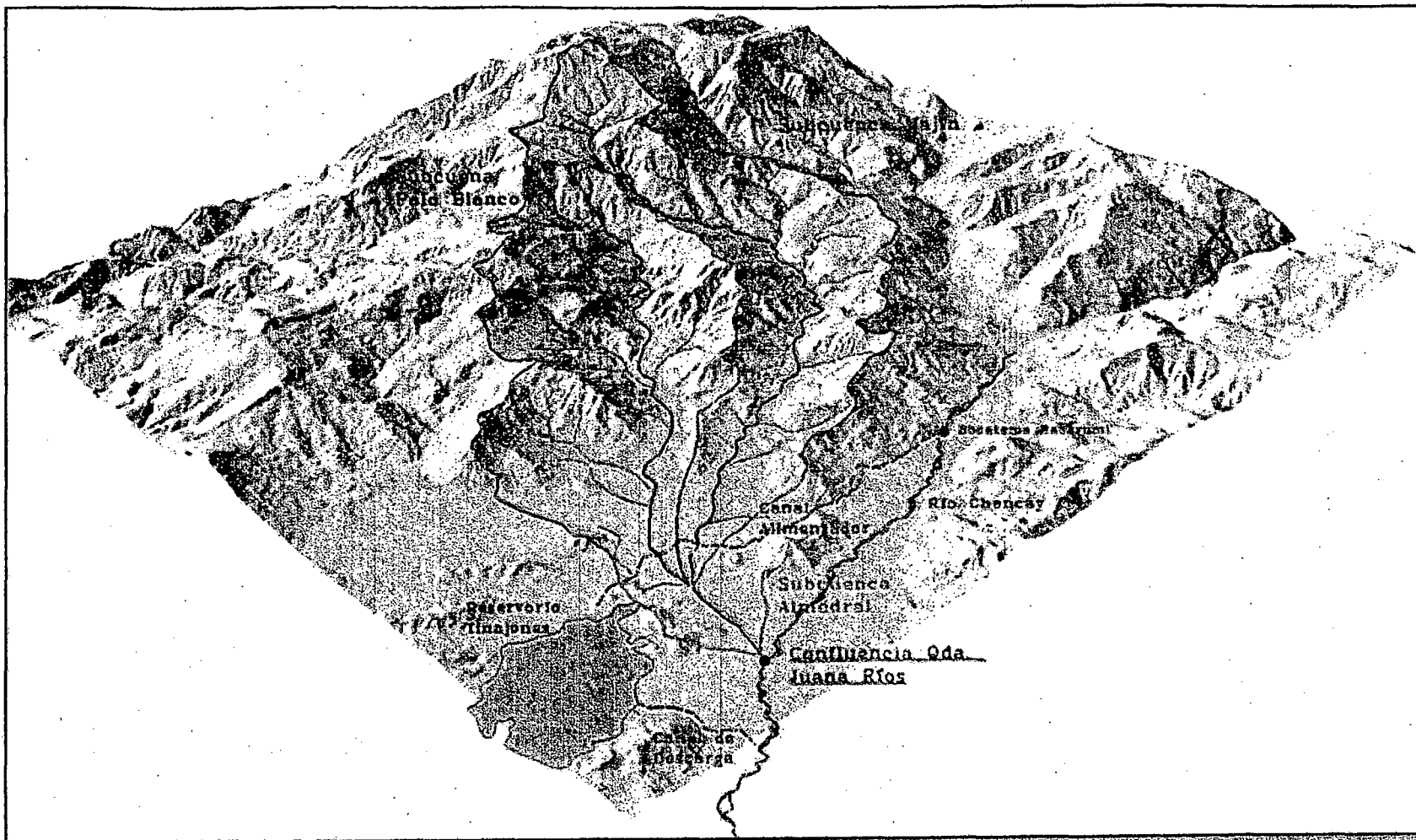
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 14: Parámetros fisiográficos Quebrada Almedral

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS ALMEDRAL			
PARAMETROS	REGISTRO	UNIDAD	DESCRIPCION
A	17.73	Km2	Area de la Cuenca
P	24.4	Km	Perímetro de la cuenca
Curso Principal			
L	4	Km	Longitud del Cauce Principal
I	3.8	Km	Longitud de las corrientes perennes
S	0.096	m/m	Pendiente del Curso Principal
hmax	450.00		Cota máxima
hmín	65		Cota mínima
Ubicación Curso Principal			
			Parte Aguas
Este	676.466	m	
Norte	9.267.078	m	
			Desembocadura
Este	675.678	m	
Norte	9263506.000	m	
Factores de Forma			
Kf	1.11		Factor Forma
KC	1.63		Coefficiente de compacidad
Sistema de Drenaje			
n	3		Clasificación ordinal del curso principal
Dd	0.21		Densidad de drenaje
Lm	1.17	Km	Extensión media
Relieve de la Cuenca			
Le	10.62	Km	Rectángulo Equivalente (Largo)
le	1.67	Km	Rectángulo Equivalente (Ancho)
Altitud			
hmax	500	msnm	Cota máxima
hmín	65	msnm	Cota mínima
hmed	250.630	msnm	Altitud media
hmf	299.4	msnm	Altitud más frecuente
S	0.109	m/m	Pendiente

Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 15: Cuenca 3D Subcuenca Juana Ríos, tributario al curso principal Río Chancay - Lambayeque.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.8 Curva característica y altitud media

4.1.3.8.1 Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en km^2 o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total, llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas.

La representación gráfica entre los porcentajes de área acumulada por encima de las elevaciones altitudinales para la cuenca y subcuencas del Río Chancay - Lambayeque se muestran en las figuras del N°16 al N° 19.

4.1.3.8.2 Curva o Polígono de Frecuencias

La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para la subcuenca y microcuencas, se aprecian en los gráficos adjuntos. La altitud más frecuente para la Subcuenca Juana Ríos es de 683.23msnm con un rango de área de 74.2Km² y un porcentaje de 22.33%. La altitud de las microcuencas se presenta en sus respectivos anexos.

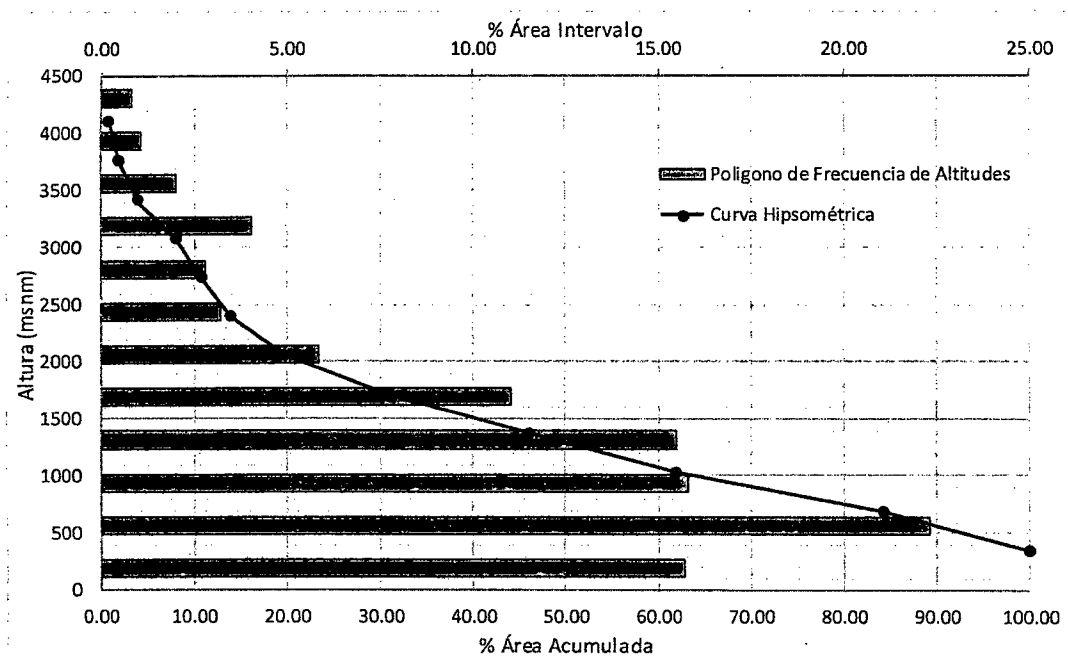
4.1.3.8.3 Altitud media de la Cuenca

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la cuenca.

La altitud media de la Subcuenca Juana Ríos hasta la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque, es de 1435.85 m.s.n.m.

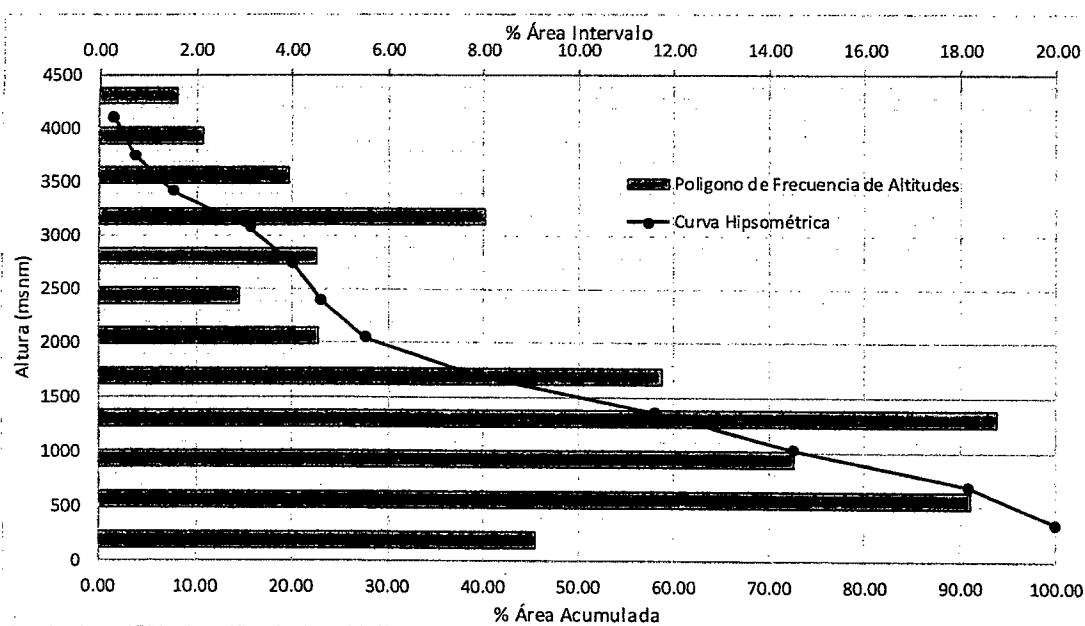
La altitud media para cada microcuenca se presenta en los respectivos anexos.

Fig. N° 16: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Subcuenca Juana Ríos



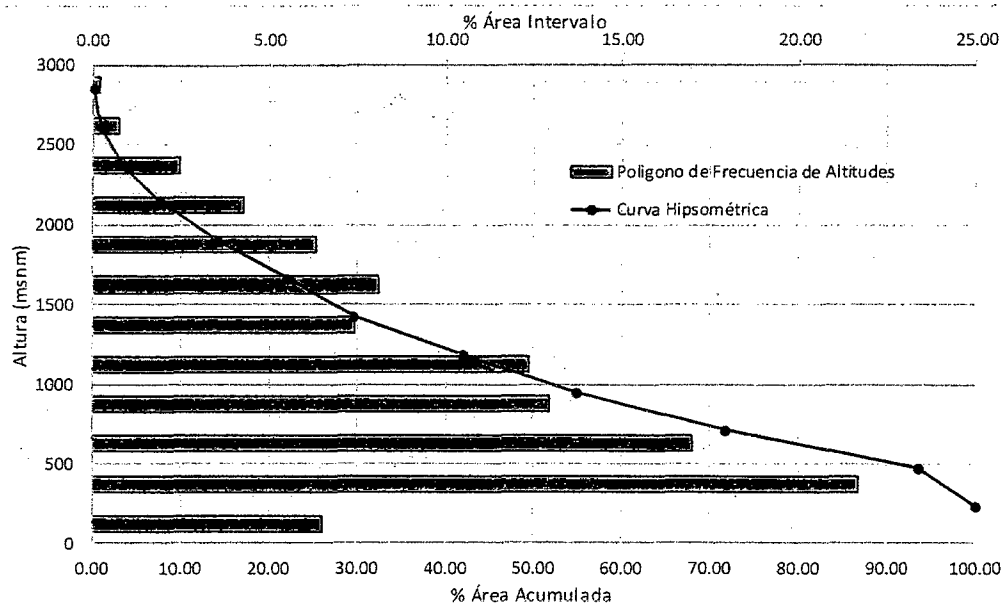
Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 17: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes-Microcuenca Majín



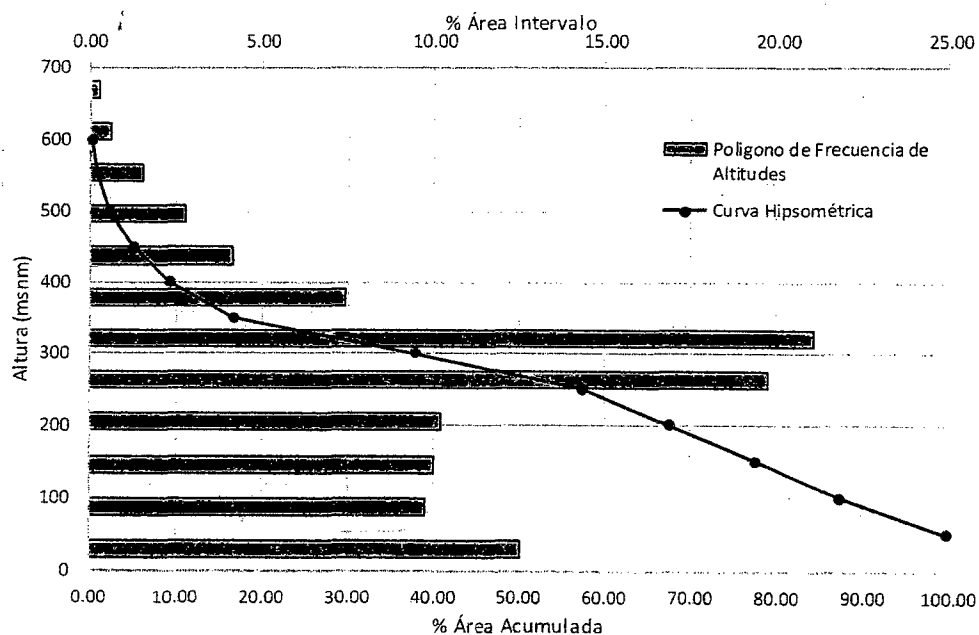
Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 18: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Microcuenca Palo Blanco



Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 19: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes – Microcuenca Almedral



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Análisis de Máximas Avenidas

4.2.1 Métodos Estadísticos para la determinación de la Precipitación Máxima

Un sistema hidrológico es afectado eventualmente por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes, etc. La magnitud de este evento extremo está relacionada con su frecuencia de ocurrencia mediante una distribución de probabilidades.

Los métodos estadísticos se apoyan en la existencia de series de datos de caudales en el lugar de interés, las cuales son sometidas a un análisis de frecuencias. Esto implica efectuar ajustes de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Se dispone de un registro de datos hidrometeorológicos en la estaciones de la cuenca (precipitación y caudales), a través del conocimiento del problema físico, se escogerá el modelo probabilístico a usar, que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable.

Para utilizar estos modelos probabilísticos, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

Si el ajuste es bueno, se puede utilizar la distribución elegida, una vez encontrada la ley de distribución que rige a las variables aleatorias, además se podrá predecir con determinada probabilidad, la ocurrencia de una determinada magnitud, de un fenómeno hidrometeorológico. También se podrá determinar la magnitud de un fenómeno para un determinado período de retorno.

Las distribuciones teóricas utilizadas en el estudio, son las siguientes:

- Distribución Normal
- Distribución Log-Normal de 2 ó 3 parámetros.
- Distribución gamma de 2 ó 3 parámetros.
- Distribución Log-Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log-Gumbel.

4.2.1.1 Distribución Normal o Gaussiana

a) Función Densidad

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución normal, si su función densidad es, es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \text{EXP} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-X}{S} \right)^2 \right] \quad \dots (11)$$

Para $-\infty < x < \infty$

donde:

$f(x)$ = Función densidad normal de la variable x

x = Variable independiente

X = Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x .

S = Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x .

EXP = Función exponencial con base e , de los logaritmos neperianos.

4.2.1.2 Distribución Log-Normal de Dos Parámetros

Cuando los logaritmos, $\ln(x)$, de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de x sigue la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad log-normal $f(x)$ viene representado como:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\} \quad \dots (12)$$

Para $0 < x < \infty$, se tiene que $x \sim \log N(\mu_y, \sigma_y^2)$

donde:

μ_y, σ_y = Son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de x , es decir de $\ln(x)$, y representan respectivamente, el parámetro de escala y el parámetro de forma de la distribución.

4.2.1.3 Distribución Log-Normal de Tres Parámetros

Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x , del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

a) Función Densidad

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2\right\} \quad \dots (13)$$

Para $x_0 \leq x < \infty$

donde:

x_0 = Parámetro de posición en el dominio x

μ_y = Parámetro de escala en el dominio x

σ_y^2 = Parámetro de forma en el dominio x .

4.2.1.4 Distribución Gamma de Dos Parámetros

a) Función Densidad

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución gamma de 2 parámetros si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \quad \dots (14)$$

Para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

siendo:

γ = Parámetro de forma (+)

β = Parámetro de escala (+)

$\Gamma(\gamma)$ = Función gamma completa, definida como:

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} x^{\gamma-1} e^{-x} dx, \text{ que converge si } \gamma > 0$$

4.2.1.5 Distribución Gamma de Tres Parámetros o Pearson Tipo III

La distribución Log Pearson tipo 3 (LP3) es un modelo muy importante dentro de la hidrología estadística, sobre todo, luego de las recomendaciones del Consejo de Recursos Hidráulicos de los Estados Unidos (Water Resources Council – WRC), para ajustar la distribución Pearson tipo 3 (LP3) a los logaritmos de las máximas avenidas. Pues, la distribución LP3, es una familia flexible de tres parámetros capaz de tomar muchas formas diferentes, por consiguiente es ampliamente utilizado en el modelamiento de series anuales de máximas avenidas de los datos no transformados.

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución gamma de 3 parámetros o distribución Pearson Tipo III, si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \quad \dots (15)$$

Para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Las distribuciones anteriores han sido calculadas mediante dos formas, la primera se ha desarrollado en una hoja de cálculo Excel, y la otra mediante el software Hidroesta, esta manera se ha tomado para comparar y ayudar a

decidir por el mejor ajuste estadístico, llegando a una elección final mediante el software Hidroesta, todo este desarrollo se verifica en los anexos respectivos.

4.2.2 Cálculo de ajuste y periodos retorno aplicando el software hidroesta para precipitaciones máximas $t = 24$ h.

Para ello se utilizó el software HIDROESTA, en el que se averigua si las series de datos de las precipitaciones máximas mensuales de las estaciones pluviométricas: Llama, Huambos, Udimá, Querocotillo, Incahuasi Puchaca, Tinajones y Tocmoche, se ajustan a una determinada función de distribución estadística, que permitan desarrollar un modelo probabilístico para predecir con una determinada probabilidad, la ocurrencia de una magnitud de un fenómeno hidrometeorológico, o la magnitud de un fenómeno para un determinado período de retorno.

Para los registros de las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones localizadas en la cuenca y cuenca vecina, se han métodos estadísticos mediante distribuciones, para ello se utilizó el Software HIDROESTA, determinando los métodos de mejor ajuste como se aprecia en los Cuadros 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y N° 22.

4.2.2.1 Período de retorno

Período de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada soportar avenidas, como por ejemplo: el vertedero de una presa, los diques para control de inundaciones; o una obra que requiera cruzar un río o arroyo con seguridad, como puede ser un puente.

El período de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este período se considera como el inverso de la probabilidad, del m -ésimo evento de los n registros.

El valor del período de retorno se determina en función de la posición de la variable aleatoria ($P_{\text{máx}}$ o $Q_{\text{máx}}$ en su caso) en una tabla de valores, ordenados de mayor a menor, como se muestra en el Cuadro 1. Con base en las siguientes relaciones:

$$P = \frac{m}{n + 1} \quad \dots (16)$$

$$T = \frac{n + 1}{m} \quad \dots (17)$$

T = Período de retorno (años).

n = Número de años de registro.

m = Número de orden.

P = Probabilidad.

4.2.2.2 Selección de la distribución teórica con mejor ajuste en la serie.

Con los resultados obtenidos en el programa, se procede a realizar la selección de la distribución con mejor ajuste en la serie, de acuerdo a los parámetros de distribución y al ajuste de los momentos ordinarios; Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros del N° 15 al N° 22.

Cuadro N° 15: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Puchaca para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

PUCHACA	Normal	Ordinarios (1)	0.12290	76.16	92.60	109.41	120.50	130.46	139.58	150.63	158.38
		Lineales (2)	0.12200	74.60	89.88	106.17	116.69	126.15	134.81	145.30	152.65
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.09050	69.10	103.57	159.41	210.59	270.53	340.21	449.10	545.68
		Lineales (4)	0.08780	69.86	105.28	163.01	216.18	278.68	351.57	465.90	567.62
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.08280	67.78	94.13	132.36	164.35	199.29	237.44	293.19	339.68
		Lineales (6)	0.06790	69.92	93.64	123.90	146.26	168.28	189.98	218.17	238.95
	Gamma 2P	Ordinarios (7)	0.18810	74.81	117.42	176.51	222.48	269.12	316.14	378.41	425.04
		Lineales (8)	0.06974	71.64	94.33	122.50	142.93	162.84	182.28	207.33	225.69
	Gamma 3P	Ordinarios (9)	0.06266	70.88	95.17	126.05	148.81	171.20	193.24	221.85	242.91
		Lineales (10)	0.12907	67.42	112.32	203.50	307.18	453.35	656.67	1,046.89	1,463.77
	Gumbel	Ordinarios (11)	0.07300	71.70	93.09	120.12	140.17	160.07	179.90	206.06	225.83
		Lineales (12)	0.07300	71.46	92.66	119.45	139.32	159.04	178.69	204.61	224.21
	Log Gumbel	Ordinarios (13)	0.15210	61.79	105.77	208.60	345.26	569.31	937.06	1,080.39	2,972.23
		Lineales (14)	0.15370	64.22	113.44	232.79	396.80	673.71	1,141.66	2,289.50	3,873.83
	ELECCIÓN =Promedio (6) y (9)			70.40	94.41	124.98	147.54	169.74	191.61	220.01	240.93

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 16: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Incahuasi para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

INCAHUASI	Normal	Ordinarios (1)	0.292	87.01	107.94	130.24	144.64	157.60	169.45	183.82	193.89
		Lineales (2)	0.307	73.56	87.44	95.30	111.79	120.38	128.25	137.78	144.46
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.172	57.76	73.60	86.26	112.61	130.84	150.10	177.28	199.23
		Lineales (4)	0.1622	54.81	67.36	85.45	99.08	113.18	127.84	148.17	164.33
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.1024	54.10	74.16	107.21	137.91	174.23	216.85	284.13	344.34
		Lineales (6)	0.2294	66.51	82.98	104.58	120.21	135.41	150.22	169.29	183.24
	Gamma 2P	Ordinarios (7)	0.3041	72.19	102.84	143.27	173.77	204.21	234.50	274.19	303.64
		Lineales (8)	0.2743	78.03	104.93	138.92	164.13	189.16	214.10	247.00	271.86
	Gumbel	Lineales (9)	0.2134	66.39	83.83	105.86	122.20	138.43	154.59	175.92	192.03
		Ordinarios (10)	0.1095	54.00	74.53	111.97	151.43	204.35	275.47	408.48	550.15
	Log Gumbel	Lineales (11)	0.0979	52.44	70.66	103.00	136.21	179.77	273.02	341.33	448.67
		ELECCIÓN =de 5-50 años (11), de 100-10000 años promedio (5 y 9)			52.65	70.65	103.00	133.21	192.55	283.62	253.71

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 17: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Tocomoche para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TECNICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)								
				5	10	25	50	100	200	500	1000	
TOMOCHE	Normal	Ordinarios (1)	0.0914	64.33	75.96	88.36	96.37	103.57	110.16	118.14	123.74	140.35
		Lineales (2)	0.0911	64.38	76.04	88.47	96.49	103.71	110.32	118.32	123.93	140.58
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0788	62.66	86.94	123.25	154.42	189.12	227.67	285.06	333.74	532.65
		Lineales (4)	0.0787	62.86	87.35	124.05	155.59	190.75	229.84	288.10	337.57	540.01
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0521	61.14	77.26	97.86	113.36	128.99	144.86	166.33	183.00	241.57
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.0514	61.85	78.91	100.08	115.45	130.41	145.02	163.85	177.64	217.28
		Lineales (7)	0.1741	67.47	95.73	132.92	160.95	188.88	216.68	253.06	280.05	358.71
	Gamma 3P	Ordinarios (8)	0.05278	62.85	77.35	94.34	106.18	117.41	128.12	141.66	151.40	178.72
		Lineales (9)	0.03527	62.66	78.88	98.56	112.60	126.15	139.26	156.03	168.22	202.94
	Gumbel	Ordinarios (11)	0.0575	61.11	76.56	96.09	110.58	124.96	139.29	158.20	172.48	219.92
		Lineales (12)	0.044	61.99	78.16	98.60	113.76	128.80	143.80	163.58	178.53	228.16
	Log Gumbel	Ordinarios (13)	0.1495	57.23	88.42	153.23	230.40	345.39	517.02	880.30	1.316.17	5.003.62
		Lineales (14)		58.75	92.74	165.11	253.28	387.32	591.28	1.033.59	1.576.19	6.398.32
ELECCIÓN = Promedio (5) y (9)				62.00	77.31	96.10	109.77	123.20	136.49	154.00	167.20	210.15

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 18: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Tinajones para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TECNICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	200	500	1000
TINAJONES	Normal	Ordinarios (1)	0.174	52.27	64.62	77.77	86.27	93.91	100.91	109.38	115.33
		Lineales (2)	0.1821	50.08	61.28	73.22	80.93	87.86	94.21	101.90	107.29
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0783	44.07	70.66	116.90	161.81	216.77	283.26	391.73	491.76
		Lineales (4)	0.0765	44.43	71.56	118.94	165.12	221.80	290.55	403.02	506.98
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0803	42.66	64.48	99.67	131.81	169.34	212.85	280.66	340.66
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.083	45.42	63.17	86.27	103.57	120.74	137.76	160.00	176.46
		Lineales (7)	0.0611	46.16	66.06	92.35	112.23	132.07	151.84	177.74	196.98
	Gamma 3P	Ordinarios (8)	0.07098	47.24	65.81	89.66	107.37	124.87	142.15	164.64	181.24
	Log Pearson III	Lineales (9)	0.09183	43.19	75.56	142.86	220.45	330.52	484.25	779.61	1,094.01
	Gumbel	Ordinarios (10)	0.1109	48.85	65.26	85.98	101.36	116.62	131.83	151.89	167.05
		Lineales (11)	0.1227	47.78	63.32	82.95	97.51	111.97	126.37	145.38	159.74
	Log Gumbel	Ordinarios (12)	0.1215	38.86	72.41	160.02	288.18	516.71	924.51	1,991.82	3,557.78
		Lineales (13)	0.1149	40.29	78.05	179.95	343.43	618.69	1,141.98	2,563.57	4,723.49
ELECCIÓN = De 5 a 100 años (5), de 200 a 1000 promedio (5 y 6), 10000 años promedio (4,5 y 6)				42.66	64.48	99.67	131.81	169.34	212.85	280.66	340.66

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 19: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Udima para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TECNICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	200	500	1000
UDIMA	Normal	Ordinarios (1)	0.0547	68.16	81.99	98.71	110.63	122.10	133.19	147.36	157.65
		Lineales (2)	0.04918	67.74	83.19	102.53	116.63	130.41	143.91	161.34	174.14
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0504	66.75	81.40	100.58	115.30	130.38	145.89	167.19	183.95
		Lineales (4)	0.0456	67.47	82.74	102.85	118.36	134.30	150.75	173.42	191.33
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0504	66.22	81.04	100.72	116.00	131.79	148.17	170.85	188.85
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.0682	67.45	79.95	94.81	105.27	115.25	124.85	137.04	145.86
		Lineales (7)	0.1459	74.50	95.56	121.77	140.82	159.40	177.57	201.00	218.17
	Gamma 3P	Ordinarios (8)	0.05347	68.16	81.99	98.71	110.63	122.10	133.19	147.36	157.65
		Lineales (9)	0.04918	67.74	83.19	102.53	116.63	130.41	143.91	161.34	174.14
	Gumbel	Ordinarios (10)	0.056	67.37	81.15	98.56	111.47	124.29	137.07	153.92	166.66
		Lineales (11)	0.0517	67.77	81.87	99.69	112.92	126.04	139.11	156.37	169.40
	Log Gumbel	Ordinarios (12)	0.0915	63.18	82.24	114.77	146.95	187.82	239.83	331.12	422.52
		Lineales (13)	0.091	64.70	85.87	122.80	160.11	208.36	270.88	382.94	497.47
ELECCIÓN = Promedio (4) y (9)				67.61	82.97	102.69	117.50	132.36	147.33	167.38	182.74

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 20. Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Llama para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TECNICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	200	500	1000
LLAMA	Normal	Ordinarios (1)	0.1317	68.13	76.03	84.45	89.88	94.77	99.25	104.67	108.47
		Lineales (2)	0.1311	68.21	76.14	84.61	90.07	94.99	99.48	104.93	108.76
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.1001	66.50	77.03	90.08	99.67	109.16	118.64	131.23	140.85
		Lineales (4)	0.0951	67.01	77.92	91.52	101.54	111.48	121.43	134.68	144.83
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.1120	66.06	78.38	94.88	107.78	121.17	135.13	154.56	170.04
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.1127	66.82	76.13	86.94	94.42	101.47	108.17	116.60	122.65
		Lineales (7)	0.1400	72.56	87.40	105.22	117.85	129.96	141.65	156.54	167.33
	Gamma 3P	Ordinarios(8)	0.1043	67.28	76.91	88.08	95.81	103.10	110.03	118.75	125.00
		Lineales (9)	0.8691	67.16	77.91	90.81	99.96	108.74	118.21	127.99	135.82
	Gumbel	Ordinarios (10)	0.1060	65.94	76.44	89.70	99.54	109.30	119.03	131.87	141.57
		Lineales (11)	0.0954	66.58	77.59	91.50	101.83	112.07	122.28	135.75	145.93
	Log Gumbel	Ordinarios (12)	0.1468	63.85	77.61	99.33	119.28	143.04	171.42	217.65	260.69
		Lineales (13)	0.1374	64.96	80.09	104.34	126.96	154.26	187.29	241.94	293.59
ELECCIÓN = Promedio (4) y (11)				66.80	77.76	91.51	101.69	111.78	121.86	135.22	145.38

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 21: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Huambos para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TEORICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	200	500	1000
HUAMBOS	Normal	Ordinarios (1)	0.0873	57.08	53.67	71.12	75.79	80.00	83.85	88.51	91.78
		Lineales (2)	0.087	57.00	53.51	70.95	75.52	79.77	83.60	88.23	91.48
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0791	56.49	66.43	79.86	88.29	97.61	107.00	119.59	129.30
		Lineales (4)	0.0787	56.38	66.24	78.65	87.88	97.09	106.37	118.81	128.40
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0592	56.14	64.05	73.22	79.58	85.62	91.42	98.81	104.25
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.058	56.25	64.60	74.33	81.09	87.48	93.57	101.24	106.75
		Lineales (7)	0.1373	60.67	69.63	83.01	92.94	102.79	112.61	112.61	135.35
	Gamma 3P	Ordinarios (8)	0.05623	64.59	74.01	74.01	80.50	86.60	92.38	99.64	104.82
		Lineales (9)	0.05646	56.43	64.78	74.49	81.20	87.53	93.56	101.14	106.57
	Log Pearson III	Lineales (10)	0.1137	55.80	67.56	84.08	97.64	112.30	128.18	151.20	170.08
	Gumbel	Ordinarios (11)	0.0696	55.20	64.23	75.63	84.10	92.50	100.87	111.91	120.25
		Lineales (12)	0.0748	55.61	64.98	76.81	85.59	94.30	102.99	114.44	123.10
	Log Gumbel	Ordinarios (13)	0.1453	54.01	66.99	87.95	107.63	131.52	160.59	209.00	255.05
		Lineales (14)	0.1476	54.55	68.21	90.47	111.55	137.34	168.96	222.07	273.03
ELECCIÓN = Promedio (5), (6) y (8)				58.99	67.55	73.85	80.39	86.57	92.46	99.90	105.27

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 22: Cálculo de las precipitaciones máximas (mm) en la estación Quercotillo para diversos períodos de retorno, mediante distribuciones estadísticas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TEORICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)								
				5	10	25	50	100	200	500	1000	10000
QUERCOTILLO	Normal	Ordinarios (1)	0.1199	57.45	63.12	69.16	73.07	76.58	79.79	83.68	86.41	94.51
		Lineales (2)	0.1201	57.27	62.85	68.80	72.64	76.10	79.26	83.09	85.77	93.74
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.1004	57.47	65.45	75.19	82.23	89.13	95.95	104.91	111.69	134.49
		Lineales (4)	0.0927	56.86	64.39	73.53	80.11	86.53	92.85	101.14	107.39	128.28
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0951	56.91	63.19	70.29	75.10	79.58	83.82	89.14	92.99	105.04
	Gamma 2P	Ordinarios (6)	0.0827	57.03	63.82	71.60	76.94	81.94	86.68	92.60	96.83	108.63
		Lineales (7)	0.1598	60.58	70.42	81.98	90.05	97.71	105.04	114.29	120.96	139.76
	Gamma 3P	Ordinarios (8)	0.08943	57.07	63.61	71.04	76.09	80.79	85.21	90.72	94.64	105.52
		Lineales (9)	0.08549	56.73	63.82	72.15	77.95	83.45	88.71	95.35	100.13	113.61
	Log Pearson III	Lineales (10)	0.10592	56.62	64.94	75.64	83.74	91.97	100.35	111.75	120.56	148.29
	Gumbel	Ordinarios (11)	0.0825	55.88	63.41	72.93	80.00	87.01	93.99	103.21	110.17	133.30
		Lineales (12)	0.0898	56.13	63.87	73.65	80.90	88.10	95.28	104.75	111.90	135.65
	Log Gumbel	Ordinarios (13)	0.1382	55.43	65.89	81.98	96.40	113.23	132.91	164.20	192.66	327.50
		Lineales (14)	0.138	55.42	65.87	81.93	96.33	113.12	137.76	163.99	192.37	326.84
ELECCIÓN = Promedio (5), (8) y (9)				56.94	63.75	71.60	76.99	82.06	86.87	92.89	97.20	109.25

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 23: Cuadro resumen del análisis estadístico

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	PERIODO DE RETORNO							
		5	10	25	50	100	200	500	1000
Puchaca	Gamma 2P Gamma 3P	70.40	94.41	124.98	147.54	169.74	191.04	220.01	240.93
Incahuasi	Log Normal 2P Log Normal 3P	52.44	70.66	103.00	136.21	152.54	183.48	230.71	271.79
Tucmoche	Log Normal 3P Gamma 3P	62.00	77.31	96.10	109.77	123.20	136.49	154.00	167.20
Tinajones	Log Normal 2P Log Normal 3P Gamma 2P	42.66	64.48	99.67	131.81	169.34	175.31	220.33	258.56
Udima	Log Normal 2P Gamma 3P	67.61	82.97	102.69	117.50	132.36	147.33	167.38	182.74
Llama	Log Normal 2P Gumbel	66.80	77.76	91.51	101.69	111.78	121.86	135.22	145.38
Huambos	Log Normal 3P Gamma 2P Gamma 3P	58.99	67.55	73.85	80.39	86.57	92.46	99.90	105.27
Querocotillo	Log Normal 3P Gamma 3P	56.94	63.75	71.60	76.99	82.06	86.87	92.89	97.20

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Precipitación media máxima en la zona de estudio

El cálculo de la precipitación promedio sobre la superficie de la Subcuenca Juana Ríos hasta su desembocadura, se ha desarrollado con la aplicación del método del polígono de Thiessen. Los cálculos se han realizado con la información cartográfica en formato digital de la cuenca. Estos valores se utilizarán ya sea en los modelos determinísticos de precipitación-escorrentía y en el modelo regional de máximas avenidas. El método del Polígono de Thiessen, efectúa la ponderación de la precipitación según el área de influencia de cada pluviómetro, considerando que al interior de cada una de estas áreas o polígonos la precipitación es constante; Por lo que este método es aceptable en zonas no montañosas donde la precipitación no está influenciada por la variación orográfica del ámbito. En la cuenca de la Subcuenca Juana Ríos, según este método, la precipitación se distribuye de acuerdo a 03 polígonos, que se muestran en el Cuadro N° 24.

La cuenca de la Subcuenca Juana Ríos se ha dividido en 03 microcuencas, determinándose para cada uno, sus respectivos pesos, como se aprecia en el **Cuadro N°.25. Ver plano N° 09 Polígono de Frecuencias**

Cuadro N° 24: Método Polígono de Thiessen y sus porcentajes de ponderación

POLÍGONO	ÁREAS Y PORCENTAJES DEL POLÍGONO DE THIESSEN - SUBCUENCA JUANA RÍOS							
	MAJÍN		PALO BLANCO		ALMEDRAL		JUANA RÍOS	
	Área (Km ²)	(%)	Área (Km ²)	(%)	Área (Km ²)	(%)	Área (Km ²)	(%)
Tocmoche	77.27	46.27	86.67	58.63			163.94	49.30
Llama	38.29	22.93					38.29	11.51
Tinajones	51.43	30.80	61.15	41.37	17.73	100.00	130.31	39.19

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 25: Precipitaciones máximas areales en la sección final de la Subcuenca, requeridos para desarrollar el modelo de Precipitación-Escorrentía

T. R. (AÑOS)	PRECIPITACIÓN ÁREAL MÁXIMA (mm)			
	Majín	Palo Blanco	Almedral	Juana Ríos
5	57.14	54.00	42.66	51.27
10	73.46	72.00	64.48	69.98
25	96.15	97.58	99.67	97.80
50	114.70	118.89	131.81	122.83
100	134.79	142.29	169.34	150.13
200	145.09	152.55	175.31	159.02
500	170.12	181.44	220.33	192.36
1000	190.34	205.00	258.56	219.99
10000	249.52	272.41	360.66	297.03

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Análisis estación Racarumi

4.2.4.1 Análisis de la información hidrométrica histórica del Río Chancay - Lambayeque

La cuenca del valle Chancay - Lambayeque tiene una extensión de 5 702 Km², de los cuales 5 309 Km² corresponden a la cuenca propia, 391 Km² a la cuenca del río Chotano y 02 Km² a la cuenca del río Conchano.

La información hidrométrica del Río Chancay - Lambayeque ha sido registrada desde 1914 en forma continua, habiéndose sido analizada por diversas instituciones.

La estación hidrométrica de Raca Rumi es actualmente operada por la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chancay - Lambayeque - JUDRCH-L, y dispone de información desde 1914 a la fecha.

4.2.4.2 Caudales medios mensuales, máximos y mínimos del río Chancay-Lambayeque, observados en la estación Raca Rumi

El análisis comprendió lo siguiente:

Con los registros de los caudales medios diarios, medidos en la estación hidrométrica Raca Rumi para el período 1914-2012, se obtuvo los caudales medios mensuales, máximos y mínimos, que se resumen en el **Cuadro N° 26 y Figura N° 26**.

Cuadro N° 26. : Caudales medio, máximo y mínimo mensual

MESES	Q_{medio}	Q_{máx}	Q_{mín}
Enero	29.71	107.73	5.33
Febrero	49.55	167.57	5.05
Marzo	71.53	465.13	22.52
Abril	70.46	392.67	16.88
Mayo	39.61	89.76	11.67
Junio	20.73	60.60	5.97
Julio	11.54	32.21	4.39
Agosto	7.56	19.87	2.86
Septiembre	8.88	32.76	2.08
Octubre	17.66	52.57	4.03
Noviembre	20.66	56.08	4.95
Diciembre	22.09	72.03	4.75
Promedio	30.83	129.08	7.54

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 20: Descargas medias del Río Chancay - Lambayeque (1914-2012) - m^3/s

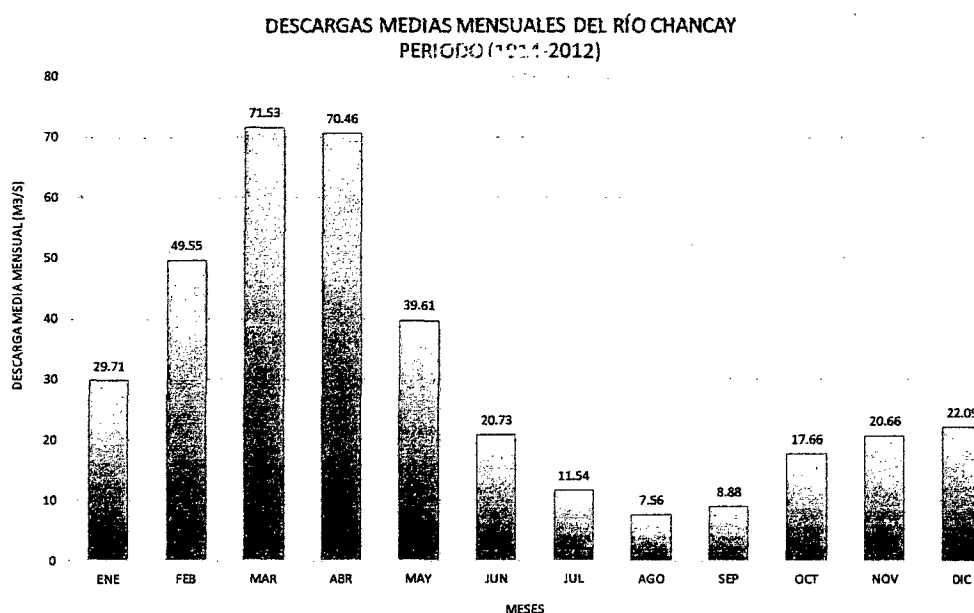
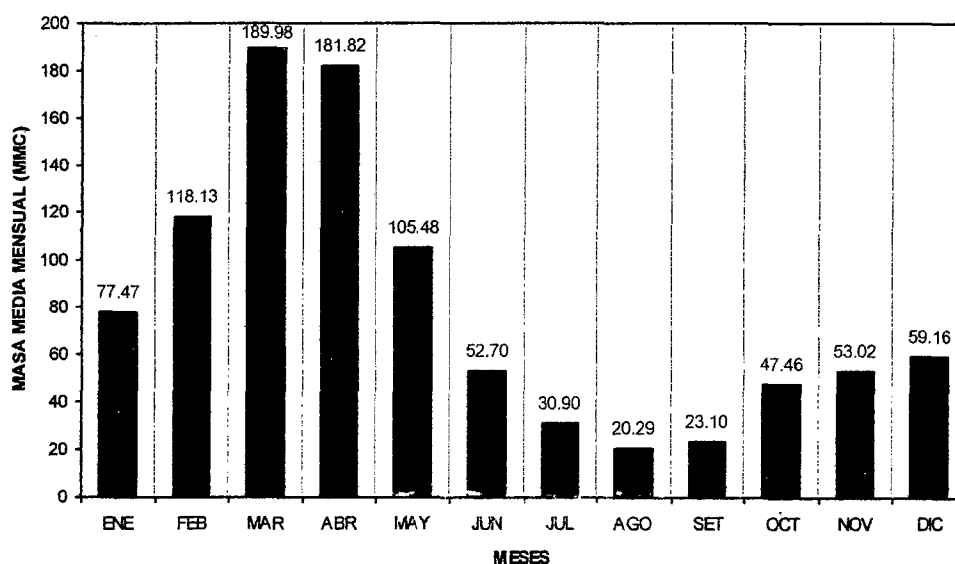


Fig. N° 21 Descargas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque (1914-2011)- m^3/s



4.2.4.3 Histogramas de las descargas y volúmenes medios anuales del Río Chancay - Lambayeque

Los histogramas fueron elaborados en base a la información registrada en la Estación Hidrométrica Raca Rumi, sobre los caudales medios diarios del período 1914 - 2011. Los resultados se muestran en el **Cuadro N° 27 y Gráficos N° 22 y 23.**

Se debe tomar en consideración lo siguiente:

La serie de las descargas medidas, observadas en la Estación Hidrométrica Carhuaquero/Raca Rumi del Río Chancay - Lambayeque, corresponden al período 1914. Desde 1959, se dispone de la derivación de la cuenca Chotano; y desde 1983 la derivación del río Conchano.

Naturalización de caudales:

Las masas disponibles en el Río Chancay - Lambayeque; si bien existen registros de caudales en el Río Chancay - Lambayeque desde 1914 - a la actualidad, sólo se consideró el período 1983-2011, por las razones siguientes:

- En los períodos 1958-1966 (Estación Carhuaquero) y 1967-1982 (Estación Raca Rumi), los caudales registrados consideran los aportes de Río Chancay - Lambayeque y río Chotano juntos. No existe registros de aforos en la Estación Túnel Chotano en el período 1958-1966.
- En el período 1983 a la actualidad, los caudales registrados en la Estación Raca Rumi, consideran los aportes del Chotano-Conchano.
- A partir del año 1983, empezó a funcionar el Túnel Conchano, el cual entrega sus aguas al río Chotano, y mediante el Túnel Chotano, se derivan las aguas hacia el Río Chancay - Lambayeque, existiendo registros de aforos en éste período.

Para naturalizar los caudales de la derivación Chotano (1959-2011), se le resto los caudales aportantes de la derivación Conchano, cuyos registros se cuentan a partir del año 1983, obteniéndose una masa disponible promedio de 157.84 Hm³/año.

Se procedió a realizar la extensión de la información hidrométrica en la derivación Conchano (desde el año 1959 a 1983), obteniéndose una masa disponible promedio de $91.11 \text{ Hm}^3/\text{año}$.

Para naturalizar los caudales del Río Chancay - Lambayeque (1914-2011), se le restó los caudales aportantes del Túnel Chotano, cuyos registros se cuentan a partir del año 1983, obteniéndose una masa disponible naturalizada promedio del Río Chancay - Lambayeque de $856.94 \text{ Hm}^3/\text{año}$.

•Las masas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque, período (1914-2011), se resumen en el **Cuadro N° 28**.

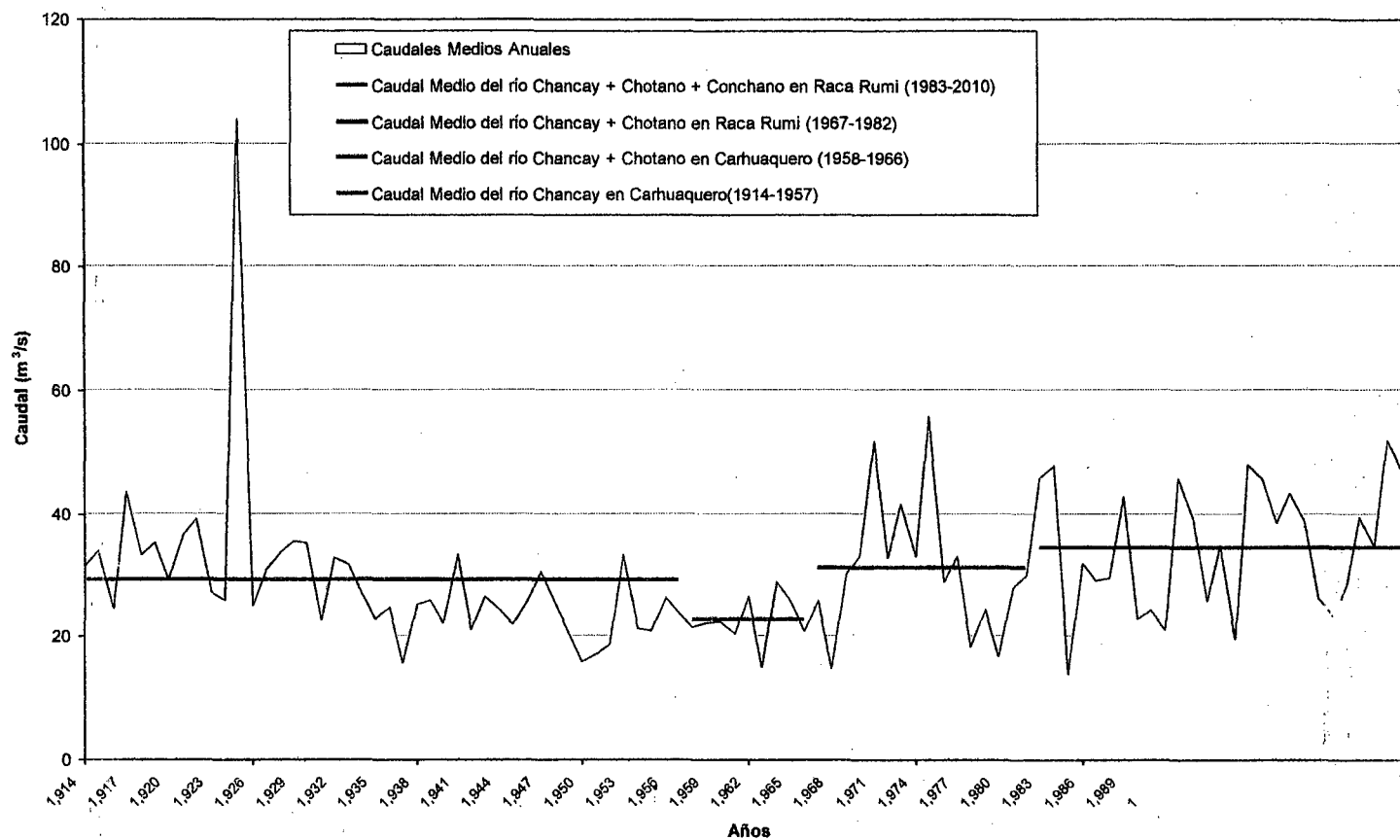
Cuadro N° 27: Descargas medias mensuales del río Chancay - Lambayeque- estación Raca Rumi período (1914 – 2011)

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES (m³/s)														
ESTACION		CARHUAQUERO Y RACA RUMI											PERIODO	1914-2011
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	
1914	25.2	19.7	73.7	111.0	50.8	21.6	12.5	9.5	8.4	9.3	9.3	28.8	31.7	
1915	46.7	73.8	93.1	53.1	38.7	15.0	8.5	6.1	9.2	7.8	24.1	33.5	34.1	
1916	19.4	38.3	44.9	43.1	31.0	25.4	12.7	8.3	6.2	22.9	23.3	19.5	24.6	
1917	28.1	22.8	191.9	57.1	27.4	20.8	18.1	25.3	52.1	31.9	22.4	43.7	31.7	
1918	34.1	49.4	37.1	58.1	60.6	15.8	8.6	12.1	23.6	17.8	11.9	33.5	31.7	
1919	25.5	51.0	111.9	49.5	16.3	9.7	5.8	7.0	17.5	13.2	25.7	35.2	31.7	
1920	23.9	32.3	93.5	109.6	24.3	10.0	9.0	6.2	8.5	13.0	9.0	14.3	29.5	
1921	27.1	73.0	114.8	93.9	33.0	15.0	10.6	6.7	7.8	17.2	8.9	31.9	38.6	
1922	48.8	74.8	101.2	124.3	45.4	19.4	9.8	9.8	9.4	4.8	10.2	14.2	39.3	
1923	35.4	34.5	96.9	90.4	18.1	8.7	5.8	3.5	6.4	6.2	7.7	12.7	27.2	
1924	16.2	5.1	62.9	53.4	65.8	37.5	15.4	6.6	10.7	17.7	11.5	9.6	26.0	
1925	14.7	167.6	465.1	392.7	67.4	19.9	18.9	9.6	5.9	14.5	40.2	31.7	104.0	
1926	7.7	74.4	96.5	39.9	21.8	18.0	9.4	6.7	6.3	6.6	7.2	7.7	25.2	
1927	26.6	53.4	42.2	42.4	33.3	30.4	12.9	7.3	13.5	46.5	35.7	26.6	30.9	
1928	10.9	26.2	93.2	87.6	69.3	25.4	11.2	8.5	9.0	29.9	19.1	10.7	33.8	
1929	31.0	45.2	85.5	71.2	34.2	35.4	15.9	11.7	12.8	36.8	40.1	31.6	35.6	
1930	28.2	86.8	69.9	73.4	52.7	27.6	15.1	11.5	8.9	11.0	11.4	28.4	35.4	
1931	25.0	20.5	46.2	71.4	22.2	15.4	7.7	5.3	5.9	15.9	10.8	27.3	22.8	
1932	41.3	45.1	52.1	63.1	69.6	24.6	14.5	10.1	10.1	12.9	17.8	34.9	33.0	
1933	45.6	51.3	81.3	79.9	32.8	20.8	12.5	10.6	14.2	16.0	8.9	8.9	31.9	
1934	28.2	36.1	78.8	63.1	32.9	26.0	13.7	9.0	7.8	11.8	10.0	7.1	27.0	
1935	28.4	10.7	50.3	43.2	27.9	13.8	7.7	5.5	4.8	10.1	32.6	39.9	22.9	
1936	56.8	28.4	27.6	53.0	53.2	19.3	10.7	6.8	7.2	12.5	17.8	6.1	24.9	
1937	12.1	16.5	24.6	27.9	12.4	9.0	6.1	4.0	9.0	26.0	16.8	23.7	15.7	
1938	14.9	50.8	77.9	59.9	30.2	18.5	13.2	10.2	9.8	8.4	5.0	4.7	25.3	
1939	15.6	21.6	47.7	62.5	45.1	22.4	17.0	12.2	19.4	17.8	8.6	22.4	26.0	
1940	21.3	24.8	30.2	42.5	31.7	30.8	11.2	7.4	14.0	29.9	11.8	10.2	22.1	
1941	25.6	52.0	63.2	84.7	89.8	20.2	11.5	7.7	7.0	6.2	5.7	16.2	33.3	
1942	18.5	46.2	34.6	50.1	51.6	13.5	7.5	4.1	7.6	9.0	7.9	21.3	21.3	
1943	11.8	69.1	48.1	61.8	35.3	27.1	11.8	7.2	6.0	12.3	7.7	19.2	26.5	
1944	14.3	70.7	59.9	37.9	34.7	19.8	10.7	6.6	6.8	11.6	5.3	13.8	24.3	
1945	26.2	52.8	48.3	56.1	22.6	9.9	7.6	5.8	4.8	4.6	11.0	14.2	22.0	
1946	34.8	52.5	43.8	43.3	45.8	20.4	9.0	5.9	4.2	14.5	21.0	16.3	26.0	
1947	11.7	32.5	24.8	47.1	51.6	30.3	17.5	11.2	31.0	27.9	56.1	28.2	30.8	
1948	40.4	28.0	36.3	49.5	36.5	21.9	9.7	5.8	5.4	27.0	37.4	14.8	26.0	
1949	10.6	25.0	67.8	48.8	23.5	16.4	12.5	8.4	5.6	7.9	15.9	5.4	20.7	
1950	5.3	27.8	32.6	35.8	18.2	10.9	12.4	5.8	4.6	5.7	10.1	21.7	15.9	
1951	18.3	21.3	26.9	31.1	29.9	12.8	5.5	4.1	4.1	9.5	18.8	25.2	17.3	
1952	39.8	24.9	36.3	53.8	21.7	10.8	5.2	4.0	3.0	4.2	5.0	16.9	18.8	
1953	47.0	93.3	82.9	60.8	26.0	13.6	8.0	5.2	6.3	14.1	22.1	22.3	33.5	
1954	22.0	34.8	52.4	36.6	33.0	15.1	7.9	4.7	3.4	12.9	24.2	9.5	21.4	
1955	25.9	25.6	48.7	37.8	33.6	20.5	9.9	7.4	9.1	9.6	12.2	10.2	20.9	
1956	14.0	53.5	68.4	54.0	30.8	19.3	14.0	8.1	6.8	28.9	12.3	8.6	26.4	
1957	14.4	30.7	61.3	72.1	33.7	17.3	6.2	5.3	5.2	5.9	22.0	11.8	23.8	
1958	39.1	20.7	49.7	42.2	38.4	18.3	8.9	6.5	5.6	13.7	10.9	6.3	21.7	
1959	7.3	21.6	53.2	64.5	40.3	17.6	9.7	6.9	4.5	9.4	13.3	17.6	22.2	
1960	21.2	41.2	37.4	54.7	46.1	15.2	8.8	6.7	6.3	6.9	10.9	14.8	22.5	
1961	31.2	27.1	33.6	47.8	38.4	19.4	9.9	5.7	5.2	5.5	6.4	15.4	20.5	
1962	30.2	77.6	58.5	74.1	28.4	13.5	8.4	5.8	4.7	4.5	6.8	5.6	26.5	
1963	7.0	6.1	39.8	40.1	18.5	6.7	4.4	3.5	3.2	7.7	14.6	29.2	15.1	
1964	38.6	44.8	39.7	63.8	31.5	16.3	10.8	11.4	10.7	22.9	41.2	16.8	29.0	
1965	19.7	23.0	58.7	66.7	31.0	13.6	10.2	5.8	8.8	19.6	38.0	17.5	26.0	
1966	38.6	19.7	23.2	33.4	39.7	14.2	7.9	5.4	5.4	29.3	24.5	10.9	21.0	
1967	44.0	70.9	59.3	33.6	24.9	12.4	8.7	5.3	4.4	21.6	14.4	11.2	25.9	
1968	9.3	12.1	31.6	16.9	11.9	6.0	5.1	5.5	14.5	39.0	18.8	6.9	14.8	
1969	19.6	31.7	56.3	91.1	25.5	21.4	10.1	7.7	7.5	12.7	28.7	50.6	30.2	
1970	39.0	21.8	42.7	46.0	71.4	26.0	12.9	7.8	11.4	34.2	34.1	51.1	33.2	
1971	45.9	60.0	163.9	98.9	44.3	30.5	17.8	19.9	18.7	44.4	37.8	39.7	51.8	
1972	41.5	27.5	125.0	64.1	35.0	19.8	12.8	10.0	8.9	13.4	14.7	23.2	33.0	
1973	25.4	26.4	55.9	126.0	51.2	30.0	29.8	18.0	32.8	33.0	41.7	28.8	41.6	
1974	41.9	68.6	54.1	39.9	29.0	22.1	14.3	11.0	16.9	43.1	27.1	30.4	33.2	
1975	56.7	75.0	167.1	117.7	58.1	31.9	23.3	14.6	28.3	52.5	30.4	13.5	55.8	
1976	39.5	52.7	75.1	66.8	35.6	29.3	16.1	8.2	6.2	5.2	6.0	7.2	29.0	
1977	26.9	89.4	79.6	61.2	35.7	22.2	12.7	7.8	7.7	9.4	17.6	28.1	33.2	
1978	12.0	14.1	26.0	38.1	43.8	18.1	10.7	6.6	8.8	7.3	15.4	17.9	18.2	
1979	24.5	22.1	99.9	41.9	33.8	17.0	11.5	8.5	16.4	7.9	5.8	4.9	24.5	
1980	5.6	13.8	23.1	27.8	14.3	10.1	5.1	3.9	2.7	23.3	36.4	35.5	16.8	
1981	13.7	72.0	64.1	48.0	17.4	21.9	12.0	7.2	5.6	19.7	26.8	30.3	28.2	
1982	21.5	36.3	26.1	48.3	40.1	21.0	11.9	6.4	9.6	35.9	31.3	72.0	30.0	
1983	76.3	44.0	117.1	116.5	73.8	32.8	14.2	7.7	12.9	13.1	10.3	31.8	45.9	
1984	17.0	119.3	121.2	73.0	67.1	29.5	26.5	12.1	14.6	45.1	22.5	26.1	47.7	
1985	15.0	18.4	26.4	21.1	15.1	9.1	5.4	6.6	8.1	19.4	7.7	16.4	14.0	
1986	33.7	44.2	30.3	95.9	48.9	17.9	11.8	11.7	7.7	14.1	36.6	31.2	32.0	
1987	83.0	72.2	40.0	31.9	26.1	11.9	9.2	13.0	12.2	15.3	20.4	13.8	29.2	
1988	36.0	68.4	36.5	56.4	38.4	20.7	10.9	8.2	9.3	17.1	35.2	16.0	29.6	
1989	68.3	107.6	95.1	100.0	31.4	16.0	9.4	5.8	10.6	37.9	19.9	10.5	42.7	
1990	7.5	28.8	22.6	37.4	29.9	29.9	13.5	7.2	5.1	26.3	30.4	35.8	22.9	
1991	14.0	27.1	85.0	59.2	48.5	14.2	8.3	5.4	4.1	5.4	8.9	12.6	24.4	
1992	25.9	15.4	35.8	61.7	34.0	19.6	8.9	5.3	8.7	17.6	12.8	8.2	21.2	
1993	13.0	65.6	129.5	119.0	60.8	26.6	12.7	7.4	8.2	28.0	49.8	29.2	45.8	
1994	65.5	82.0	95.5	90.5	38.2	19.5	10.2	5.8	4.1	4.7	18.9	29.8	39.2	
1995	15.0	49.5	44.6	61.5	25.4	12.3	7.4	4.2						

Cuadro N° 28. Masas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque estación Raca Rumi período (1914 - 2011)

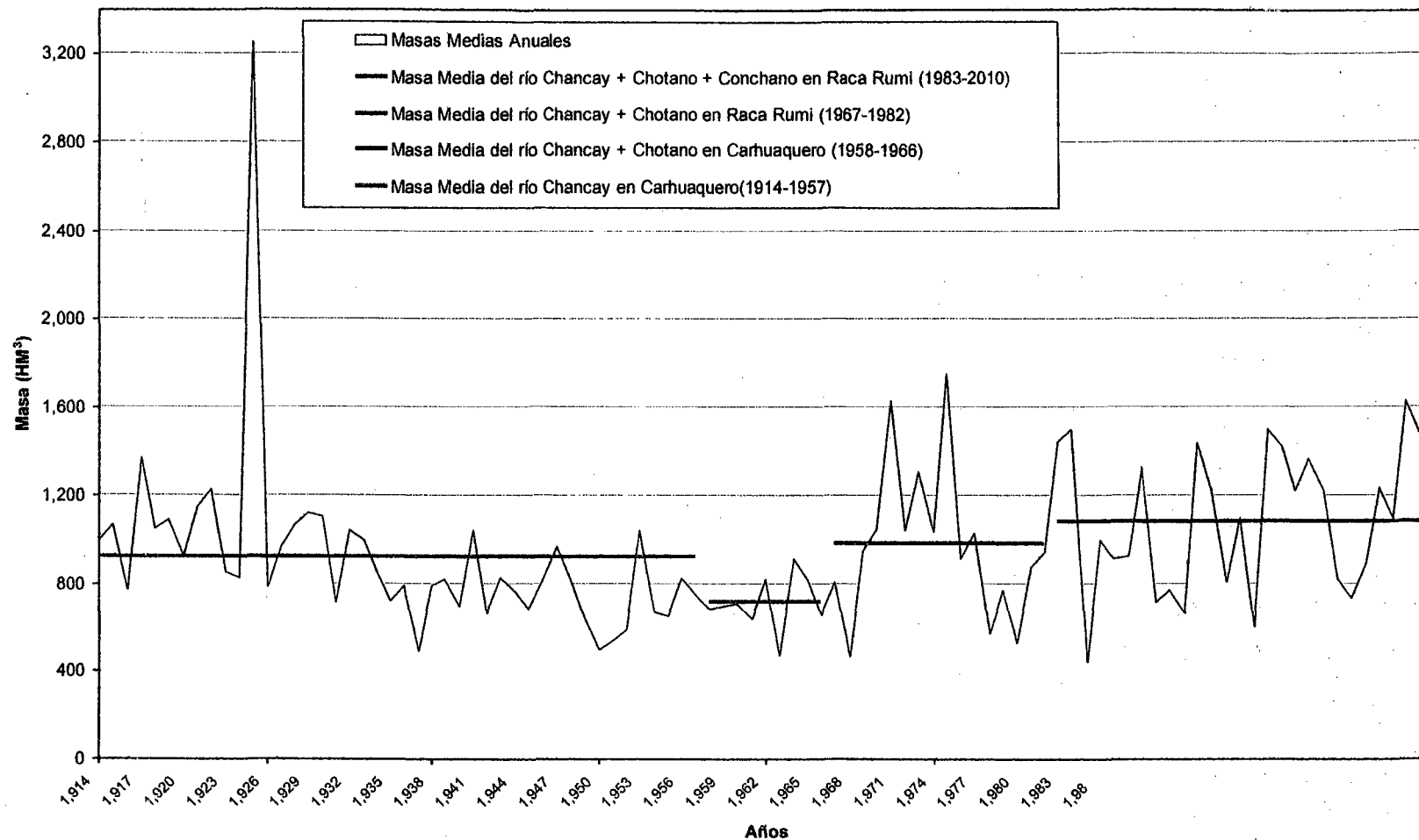
MASAS MEDIAS MENSUALES (Hm³)														
ESTACION	CARHUAQUERO Y RACA RUMI												PERIODO	1914-2011
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1914	67.6	47.7	197.4	287.8	136.2	56.1	33.5	25.3	21.8	25.0	24.1	77.2	999.6	
1915	125.1	178.5	249.3	137.7	103.6	39.0	22.8	16.2	23.9	21.0	62.6	89.7	1069.4	
1916	51.9	95.9	120.3	111.6	83.0	65.8	34.0	22.1	16.1	61.4	60.3	52.1	774.6	
1917	75.3	55.2	76.6	497.5	152.9	70.9	55.1	43.0	85.7	139.4	82.8	60.0	1374.5	
1918	91.4	119.5	193.8	96.1	188.5	157.1	42.4	23.1	31.3	63.1	46.2	31.8	1051.4	
1919	88.4	217.3	136.5	296.1	7.5	42.2	25.9	15.5	18.2	47.0	34.1	68.9	1096.5	
1920	63.9	81.0	250.6	284.1	61.1	20.0	24.0	16.7	22.1	34.8	23.4	38.3	929.9	
1921	72.5	176.7	307.0	243.5	88.5	38.9	28.3	18.0	20.3	46.1	22.9	84.4	1147.0	
1922	130.8	180.6	271.0	322.2	121.7	50.3	25.7	26.1	24.4	12.7	26.4	37.9	1229.9	
1923	94.8	83.4	269.5	234.3	46.6	22.6	15.5	9.4	16.7	16.5	20.0	34.1	855.3	
1924	43.5	12.7	168.4	138.5	176.2	97.2	41.3	17.6	27.8	47.5	29.7	25.7	825.9	
1925	38.4	405.4	1245.8	1017.8	180.6	51.6	50.7	25.7	15.2	39.0	104.1	85.0	3260.3	
1926	20.5	180.0	258.4	103.4	58.3	46.8	25.1	18.0	16.3	17.7	18.8	20.5	783.7	
1927	71.2	129.3	113.0	109.9	89.2	78.8	34.5	19.5	35.1	124.5	92.6	71.2	968.8	
1928	29.3	65.6	263.0	227.0	185.5	65.7	30.1	22.9	23.2	80.1	49.5	28.7	1070.6	
1929	83.1	51.3	229.0	184.7	91.7	91.9	42.5	31.5	33.2	98.4	103.9	84.6	1125.7	
1930	75.5	210.1	187.2	190.3	141.1	71.6	40.5	30.8	23.1	29.4	29.6	76.2	1105.3	
1931	67.1	49.5	123.7	186.0	59.4	40.0	20.7	14.3	15.2	42.3	27.5	73.0	717.8	
1932	110.6	113.0	139.4	163.5	186.4	63.7	38.8	26.9	26.1	34.7	46.1	93.6	1042.7	
1933	122.1	124.2	217.9	207.1	87.3	53.8	33.5	28.3	36.8	42.9	23.0	23.7	1000.6	
1934	75.5	87.4	211.0	163.4	88.1	67.4	36.8	24.0	20.2	31.5	25.9	18.9	850.2	
1935	76.1	26.0	134.8	112.0	74.7	35.9	20.7	14.8	12.5	27.1	84.5	106.9	726.1	
1936	152.0	71.1	74.0	137.4	142.4	49.9	28.7	18.2	18.6	33.6	46.1	16.4	788.5	
1937	32.4	39.9	66.0	72.4	33.2	23.3	16.3	10.7	23.2	69.5	43.5	63.5	493.9	
1938	39.9	122.8	208.8	155.2	80.9	48.1	35.4	27.4	25.5	22.5	13.1	12.7	792.2	
1939	41.7	52.3	127.8	161.9	120.9	68.0	45.5	32.6	47.7	22.3	60.1	821.1	659.0	
1940	57.0	62.2	80.8	110.1	84.9	79.7	29.9	19.9	36.3	80.0	30.6	27.4	699.0	
1941	68.6	125.9	169.3	245.5	240.4	52.3	30.9	20.6	18.1	16.5	14.9	43.4	1046.4	
1942	49.6	111.7	92.7	130.0	138.1	34.9	19.1	13.0	10.7	20.3	23.4	21.2	664.7	
1943	31.7	167.1	131.6	160.3	94.5	70.2	31.6	19.2	15.7	33.1	20.0	51.3	826.1	
1944	38.3	177.2	160.3	98.2	92.9	51.4	28.7	17.8	17.2	31.2	13.7	37.0	763.8	
1945	70.1	127.6	129.4	145.3	60.4	25.6	20.4	15.4	12.5	12.3	26.6	38.1	685.9	
1946	93.3	127.1	117.3	112.2	122.6	52.9	24.1	15.9	10.8	36.8	54.5	43.7	813.0	
1947	31.4	78.6	66.5	122.1	138.3	78.5	46.9	30.1	80.2	74.8	145.4	75.6	968.5	
1948	108.3	70.0	97.3	128.2	97.7	56.6	25.9	15.6	14.0	72.4	96.9	38.6	822.4	
1949	28.5	60.5	181.7	126.4	63.0	42.6	33.3	22.5	14.5	21.2	41.2	14.5	650.0	
1950	14.3	67.2	87.2	92.7	48.8	28.2	33.1	15.4	11.6	15.3	26.2	58.0	498.0	
1951	49.1	51.5	72.1	80.5	80.0	33.3	14.7	10.9	10.6	25.5	48.6	67.5	544.3	
1952	106.7	62.3	97.2	139.4	58.2	28.1	13.9	10.7	7.8	11.3	12.8	45.2	593.8	
1953	126.0	225.8	222.0	157.5	69.5	35.4	21.5	13.9	16.3	37.8	57.3	59.7	1042.4	
1954	58.8	84.2	140.4	95.0	88.3	39.1	21.0	12.5	8.9	34.6	62.8	25.3	670.9	
1955	69.4	62.0	130.3	98.0	90.0	53.1	26.6	19.8	23.7	25.8	31.6	27.4	657.5	
1956	37.6	134.0	177.8	140.1	82.5	50.1	37.4	21.6	17.5	77.4	31.9	23.1	831.3	
1957	38.5	74.4	164.3	186.8	90.3	44.9	16.7	14.1	13.6	15.8	57.0	31.7	748.0	
1958	104.9	50.0	133.1	109.5	102.9	47.6	23.8	17.5	14.4	36.6	28.2	16.8	685.1	
1959	19.6	52.4	142.6	167.3	108.0	45.6	25.9	18.6	11.7	25.2	34.5	47.1	698.3	
1960	56.9	103.3	100.2	141.8	123.4	39.4	23.7	18.0	16.5	18.5	28.1	39.6	709.4	
1961	83.8	65.6	89.9	123.9	102.8	50.4	26.5	15.4	13.4	14.7	16.7	41.3	644.2	
1962	80.9	187.7	156.6	191.9	76.1	35.1	22.6	15.6	12.3	12.2	17.7	14.9	823.6	
1963	18.9	14.7	106.7	104.1	49.5	17.4	11.8	9.3	8.2	20.5	37.8	78.1	477.0	
1964	103.4	112.2	106.2	165.5	84.4	42.1	28.8	30.5	27.6	61.2	106.7	45.0	913.8	
1965	52.7	55.8	157.2	172.8	83.0	35.1	27.4	15.5	22.8	52.5	98.4	47.0	820.2	
1966	103.3	47.6	62.1	86.5	106.3	36.9	21.2	14.5	14.1	78.5	63.5	29.2	663.5	
1967	118.0	171.5	158.8	87.1	66.7	32.1	23.3	14.2	11.3	57.9	37.3	30.0	808.1	
1968	24.9	30.2	84.7	43.7	31.8	15.5	13.7	14.8	37.6	104.6	48.8	18.6	468.9	
1969	52.6	76.7	150.7	236.2	68.4	55.5	27.0	20.7	19.5	33.9	74.3	135.6	951.2	
1970	104.4	52.6	114.3	119.3	191.2	67.4	34.5	20.9	29.5	91.7	88.5	137.0	1051.3	
1971	122.9	145.1	438.3	256.2	118.7	78.9	47.6	53.2	48.6	118.9	97.4	106.4	1632.9	
1972	111.2	68.9	334.8	166.1	93.6	51.5	34.2	26.7	23.1	35.8	38.1	62.1	1046.3	
1973	68.0	63.9	149.7	326.6	137.0	77.7	79.8	48.3	84.9	88.4	108.1	77.2	1309.5	
1974	112.1	165.9	145.0	103.3	77.6	57.3	38.4	29.6	43.8	115.5	70.3	81.4	1040.1	
1975	161.9	181.4	447.5	305.1	155.7	82.6	62.4	39.1	73.4	140.7	78.9	36.2	1754.9	
1976	105.8	132.0	201.2	173.2	95.3	75.9	43.0	22.0	16.1	14.0	15.4	19.4	913.4	
1977	72.1	216.3	213.2	158.7	95.6	57.6	34.0	20.9	20.0	25.2	45.5	75.4	1034.5	
1978	32.0	34.0	69.6	98.7	117.2	46.9	28.8	17.8	22.9	19.6	39.8	47.8	575.1	
1979	65.5	53.6	267.7	108.6	90.4	44.2	30.8	22.8	42.4	21.2	15.1	13.1	775.4	
1980	14.9	34.7	62.0	72.1	38.3	26.1	13.8	10.5	6.9	62.4	94.4	95.1	531.2	
1981	36.6	174.2	171.6	124.5	46.7	56.8	32.0	19.4	14.6	52.8	89.4	81.2	879.8	
1982	57.6	87.9	70.0	125.3	107.4	54.4	31.8	17.2	24.9	96.0	81.0	192.9	946.6	
1983	204.5	106.5	313.7	301.9	197.6	85.1	38.1	20.6	33.5	35.0	26.8	85.1	1448.3	
1984	45.4	298.8	324.5	169.2	179.7	76.4	71.0	32.3	37.8	120.8	58.4	67.1	1501.6	
1985	40.2	44.5	70.7	54.6	40.4	23.6	14.5	17.7	21.1	51.9	19.9	43.9	442.8	
1986	90.4	198.9	81.2	248.6	121.1	46.5	31.7	31.3	37.7	94.9	83.5	1003.8		
1987	222.2	174.6	107.1	82.6	75.3	30.7	24.6	34.9	31.6	41.1	53.0	37.0	914.7	
1988	96.4	171.4	97.8	146.1	102.7	53.5	29.3	21.9	24.1	45.9	91.2	48.3	928.5	
1989	182.9	260.2	254.7	259.1	84.1	41.6	25.1	15.4	27.5	101.6	51.6	28.1	1332.0	
1990	20.1	69.7	60.5	96.9	80.0	77.4	36.1	19.3	13.3	70.6	78.8	96.0	718.7	
1991	37.4	65.5	227.7	153.5	130.0	36.8	22.2	14.6						

Fig. N° 22: Caudales medios anuales (m^3/s) del Río Chancay - Lambayeque



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Fig. N° 23: Masas medias anuales (Hm^3) del Río Chancay - Lambayeque



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

4.3 Determinación de caudales máximos en Bocatoma Racarumi

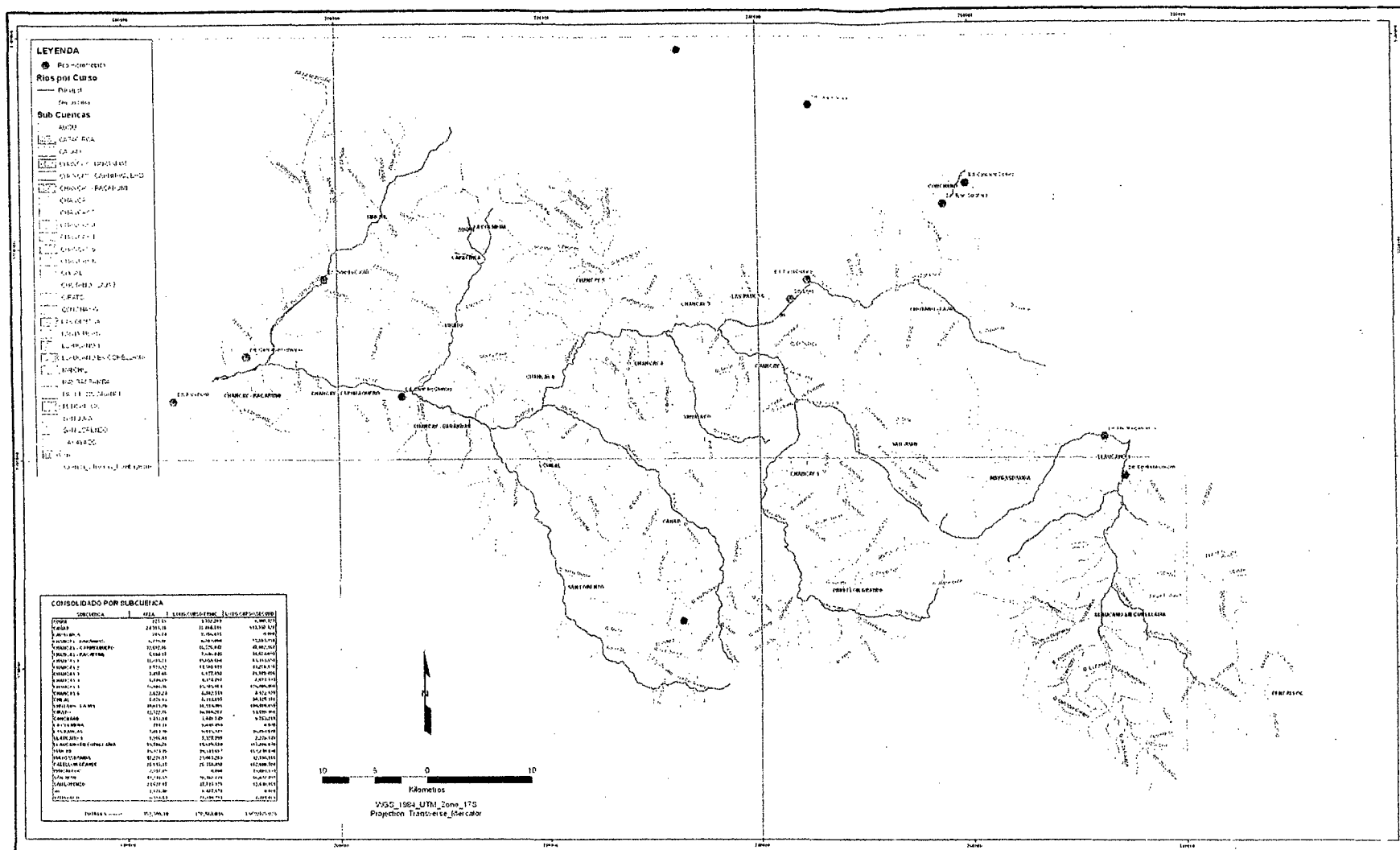
Con la información hidrométrica de caudales máximos diarios del Río Chancay - Lambayeque, correspondiente a los caudales máximos diarios, medidos en la estación Raca Rumi, se procedió a realizar el análisis estadístico de la información, escogiendo el modelo probabilístico de mayor ajuste, los resultados se aprecian en el Cuadro N° 29

Cuadro N° 29: Resultado de los caudales máximos del río Chancay - Lambayeque para diversos períodos de retorno, sección: Estación hidrométrica Raca Rumi

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MODELOS	DELTA TÉCNICO	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	250	500	1000
RACARUMI	Normal	Ordinarios (1)	0.1895	456.01	568.35	667.45	737.91	801.27	859.26	929.52	978.80
		Lineales (2)	0.1651	396.40	467.55	543.40	592.38	636.44	676.75	725.60	759.86
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0448	350.80	455.17	600.83	718.84	844.63	978.93	1.170.60	1.327.03
		Lineales (4)	0.0454	348.73	451.08	593.48	708.52	830.91	961.34	1.145.13	1.298.48
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0375	350.14	472.42	656.07	814.20	990.71	1.187.24	1.480.50	1.729.82
		Lineales (6)	0.085	376.86	474.47	594.71	681.49	765.74	847.80	953.26	1.030.37
	Gamma 2P	Ordinarios (7)	0.2273	416.08	587.20	811.69	980.61	1.148.78	1.315.95	1.534.64	1.696.93
		Lineales (8)	0.1907	427.65	563.65	735.50	862.99	898.53	1.115.61	1.281.86	1.407.67
	Gumbel	Ordinarios (9)	0.0961	381.79	480.50	605.22	697.75	789.59	881.10	1.001.83	1.093.07
		Lineales (10)	0.07	326.37	461.36	714.45	988.26	1.363.75	1.879.70	2.870.38	3.952.65
	Log Gumbel	Ordinarios (11)	0.0729	330.78	472.71	742.20	1.037.20	1.445.89	2.013.17	3.115.48	4.333.65
		Lineales (11)									
ELECCIÓN = de 5-10 años (7), 25-50 años promedio (3y5), 100-1000 años (7)y 1000 años (5)				416.08	587.20	811.69	980.61	1.148.78	1.315.95	1.534.64	1.696.93

Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 24: Cuencas de trasvase y subcuencas de la cuenca del río Chancay - Lambayeque hasta la sección de aforo Raca Rumi



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

4.4 Demanda hídrica del Valle Chancay - Lambayeque

El presente análisis de la demanda hídrica del Valle Chancay - Lambayeque ha sido desarrollado gracias al estudio de Pre inversión – Estudio Hidrológico del embalse la Montería, dónde se ha recopilado información sobre el uso actual del agua, tanto para el uso poblacional, energético agrícola, etc; como se muestra a continuación:

4.4.1 Demanda hídrica de usos no consutivos

En la cuenca Chancay - Lambayeque, existe un uso múltiple del agua, sea de los recursos hídricos superficiales o subterráneos.

El recurso hídrico superficial proviene de la zona alto andina, es utilizado por pequeños usuarios con fines agrícolas; el agua no utilizada en la parte alta (sobrantes), es aprovechada en la parte media de la cuenca y a partir de la captación en la bocatoma Raca Rumi, las aguas son reguladas en el Reservorio Tinajones para irrigar las áreas agrícolas del valle Chancay - Lambayeque y atender los requerimientos de agua para otros usos como el poblacional, industrial, energético, minero y pecuario. El recurso hídrico subterráneo es escasamente explotado y su uso es complementario en el sector poblacional, agrícola e industrial.

Los usos de las aguas en la cuenca, son los siguientes:

a) Uso Poblacional

El uso del agua poblacional varía en relación con el número de habitantes de la cuenca. Tomando como base los censos estadísticos realizados en el departamento de Lambayeque en los años 1940, 1961, 1972, 1993, 2005 y 2007; se ha determinado población proyectada mediante métodos estadísticos hasta el año 2011; y de esta manera obtener la cantidad de habitantes por año. Se determinó la demanda hídrica de uso poblacional correspondiente al período 1984-2011, básico para la estimación de la demanda hídrica global en el valle.

Considerando lo siguiente: El número de habitantes en el valle-período (1984-2011); el consumo de agua en el medio rural de 80 l/hab y el medio urbano de 250 l/hab, para fines del presente estudio se ha optado por una dotación de

170 l/hab/día, el resultado del cálculo de las demandas de Uso Probacional se muestran en los Cuadros N° 30 al N° 32.

La demanda de agua requerida para el abastecimiento de los Distritos: Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, Chongoyape, Reque, Monsefú, Pimentel y Eten, se realiza a través de los recursos hídricos superficiales del Río Chancay - Lambayeque-Lambayeque, complementándose con los aportes subterráneos. Las ciudades de la parte alta de la cuenca, se abastecen de tributarios del Río Chancay - Lambayeque.

b) Uso Agrícola

El uso de las aguas con fines agrarios, se realiza a través de las asignaciones de agua a los usuarios, sea bajo el régimen de licencias o permisos, otorgados por la Administración Local del Agua Chancay – Lambayeque. Según la información de la ALA Chancay - Lambayeque, el Sub-Distrito de Riego Regulado, tiene una extensión de 101 191 ha bajo riego, de las cuales 85 839 ha se encuentran registradas en el Padrón de Usuarios con Licencia para el uso de agua y 15 352 ha están sujetas al régimen de permisos; es decir a ser irrigadas cuando el año hidrológico presenta excedentes, luego de satisfacer el Plan de Cultivo y Riego del Valle.

Los principales cultivos desarrollados en el valle, son la caña de azúcar, arroz, maíz amarillo duro, algodón, menestras, hortalizas y frutales, de los cuales los dos primeros son los que se siembran en mayor superficie y sus demandas de agua de riego son mayores. El agua utilizada en el sector agrícola, es de tipo superficial y depende de la disponibilidad hidrológica que se presente en la cuenca. Para el período de registros 1914-2011 de las descargas medias mensuales del Río Chancay - Lambayeque medidas en la estación Raca Rumi, las estadísticas indican una disponibilidad de 564.70 Hm³ anuales al 75% de probabilidad de ocurrencia. Si consideramos el período 1984-2011 que representa el pleno desarrollo del Sistema Hidráulico Tinajones (operación conjunta de los trasvases Chotano y Conchano), la disponibilidad hídrica aumenta a 662.20 Hm³ anuales al 75% de probabilidad de ocurrencia.

c) Uso Industrial

El uso de las aguas en la actividad industrial, está referida principalmente a la presencia en el valle de tres complejos agroindustriales de azúcar, instalados en Pomalca, Tután y Pucalá que utilizan un total 600 l/s, lo que significa un consumo anual de 18.92 Hm³. Adicionalmente existen otras industrias pequeñas instaladas principalmente en la ciudad de Chiclayo, para las cuales se estima un consumo anual de 6.3 Hm³; siendo el total por uso industrial de 25.20 Hm³.

d) Uso Energético

Las aguas del Río Chancay - Lambayeque aprovechadas con fines energéticos son consideradas de uso no consuntivo, pudiendo ser re utilizadas posteriormente para otros fines sin disminuir su disponibilidad; actualmente se utilizan aguas provenientes del Río Chancay - Lambayeque para generar energía en la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, que forma parte del Sistema Tinajones y la Central Térmica Oeste de la ciudad de Chiclayo que requiere agua para el sistema de refrigeración.

e) Uso Minero

En la cuenca del Río Chancay - Lambayeque, especialmente en el distrito de Chugur provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, existen 3 plantas de tratamiento que se encuentran explorando con la posibilidad de extraer oro en esa zona. El agua para fines mineros es mínima por cuanto no se conoce todavía la capacidad instalada. Se estima que está alrededor de 0.5 Hm³.

Dicha demanda no se considera en el análisis, por ubicarse en la parte alta de la cuenca.

f) Uso Ecológico

El caudal ecológico de un río está referido a la conservación de su capacidad biogenética, es decir considera que debe existir en el río un caudal medio del mes más seco, y ha sido determinado mediante el promedio de siguientes referencias:

- 10% del caudal medio anual.
- 50% del caudal al 95% de persistencia.

Por tanto en el Río Chancay - Lambayeque, a partir de la Bocatoma Raca Rumi debe mantenerse un caudal aproximado de $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

El resumen de las demandas calculadas no agrícolas, para el período 1984-2011, se resumen en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 30: Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 1984-1995, del Valle Chancay - Lambayeque

AÑO 1984	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	2.794	2.524	2.794	2.704	2.794	2.704	2.794	2.794	2.704	2.794	2.704	2.794	32.898
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	11.590	10.672	11.590	11.284	11.590	11.284	11.590	11.590	11.284	11.590	11.284	11.590	136.938
AÑO 1985	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	2.885	2.605	2.885	2.792	2.885	2.792	2.885	2.885	2.792	2.885	2.792	2.885	33.968
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	11.681	10.753	11.681	11.372	11.681	11.372	11.681	11.681	11.372	11.681	11.372	11.681	138.008
AÑO 1986	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	2.978	2.690	2.978	2.882	2.978	2.882	2.978	2.978	2.882	2.978	2.882	2.978	35.064
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	11.774	10.838	11.774	11.462	11.774	11.462	11.774	11.774	11.462	11.774	11.462	11.774	139.104
AÑO 1987	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.074	2.777	3.074	2.975	3.074	2.975	3.074	3.074	2.975	3.074	2.975	3.074	36.195
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	11.870	10.925	11.870	11.556	11.870	11.556	11.870	11.870	11.556	11.870	11.556	11.870	140.235
AÑO 1988	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.173	2.866	3.173	3.071	3.173	3.071	3.173	3.173	3.071	3.173	3.071	3.173	37.361
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	11.969	11.014	11.969	11.651	11.969	11.651	11.969	11.969	11.651	11.969	11.651	11.969	141.401
AÑO 1989	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.276	2.959	3.276	3.170	3.276	3.170	3.276	3.276	3.170	3.276	3.170	3.276	38.571
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.072	11.107	12.072	11.750	12.072	11.750	12.072	12.072	11.750	12.072	11.750	12.072	142.611
AÑO 1990	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.382	3.054	3.382	3.273	3.382	3.273	3.382	3.382	3.273	3.382	3.273	3.382	39.820
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.178	11.202	12.178	11.853	12.178	11.853	12.178	12.178	11.853	12.178	11.853	12.178	143.860
AÑO 1991	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.491	3.153	3.491	3.378	3.491	3.378	3.491	3.491	3.378	3.491	3.378	3.491	41.102
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.287	11.301	12.287	11.958	12.287	11.958	12.287	12.287	11.958	12.287	11.958	12.287	145.142
AÑO 1992	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.604	3.255	3.604	3.488	3.604	3.488	3.604	3.604	3.488	3.604	3.488	3.604	42.435
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.400	11.403	12.400	12.068	12.400	12.068	12.400	12.400	12.068	12.400	12.068	12.400	146.475
AÑO 1993	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.720	3.360	3.720	3.600	3.720	3.600	3.720	3.720	3.600	3.720	3.600	3.720	43.800
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.516	11.508	12.516	12.180	12.516	12.180	12.516	12.516	12.180	12.516	12.180	12.516	147.840
AÑO 1994	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.825	3.455	3.825	3.701	3.825	3.701	3.825	3.825	3.701	3.825	3.701	3.825	45.034
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.621	11.603	12.621	12.281	12.621	12.281	12.621	12.621	12.281	12.621	12.281	12.621	149.074
AÑO 1995	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	3.932	3.551	3.932	3.805	3.932	3.805	3.932	3.932	3.805	3.932	3.805	3.932	46.295
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.728	11.699	12.728	12.386	12.728	12.386	12.728	12.728	12.386	12.728	12.386	12.728	160.335

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Cuadro N° 31: Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 1996-2007, del Valle Chancay - Lambayeque

AÑO 1996	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.042	3.651	4.042	3.912	4.042	3.912	4.042	4.042	3.912	4.042	3.912	4.042	47.593
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.838	11.799	12.838	12.492	12.838	12.492	12.838	12.838	12.492	12.838	12.492	12.838	151.633
AÑO 1997	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.156	3.754	4.156	4.022	4.156	4.022	4.156	4.156	4.022	4.156	4.022	4.156	48.934
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	12.952	11.902	12.952	12.602	12.952	12.602	12.952	12.952	12.602	12.952	12.602	12.952	162.974
AÑO 1998	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.272	3.859	4.272	4.135	4.272	4.135	4.272	4.272	4.135	4.272	4.135	4.272	50.303
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.068	12.007	13.068	12.715	13.068	12.715	13.068	13.068	12.715	13.068	12.715	13.068	164.343
AÑO 1999	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.392	3.967	4.392	4.251	4.392	4.251	4.392	4.392	4.251	4.392	4.251	4.392	51.715
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.188	12.115	13.188	12.831	13.188	12.831	13.188	13.188	12.831	13.188	12.831	13.188	166.756
AÑO 2000	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.503	4.067	4.503	4.358	4.503	4.358	4.503	4.503	4.358	4.503	4.358	4.503	53.020
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.299	12.215	13.299	12.938	13.299	12.938	13.299	13.299	12.938	13.299	12.938	13.299	167.060
AÑO 2001	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.542	4.103	4.542	4.396	4.542	4.396	4.542	4.542	4.396	4.542	4.396	4.542	53.481
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.338	12.251	13.338	12.976	13.338	12.976	13.338	13.338	12.976	13.338	12.976	13.338	167.621
AÑO 2002	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.583	4.139	4.583	4.435	4.583	4.435	4.583	4.583	4.435	4.583	4.435	4.583	53.960
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.379	12.287	13.379	13.016	13.379	13.016	13.379	13.379	13.016	13.379	13.016	13.379	168.000
AÑO 2003	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.624	4.176	4.624	4.475	4.624	4.475	4.624	4.624	4.475	4.624	4.475	4.624	54.444
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.420	12.324	13.420	13.056	13.420	13.056	13.420	13.420	13.056	13.420	13.056	13.420	168.484
AÑO 2004	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	4.666	4.214	4.666	4.515	4.666	4.515	4.666	4.666	4.515	4.666	4.515	4.666	54.936
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.462	12.362	13.462	13.096	13.462	13.096	13.462	13.462	13.096	13.462	13.096	13.462	168.976
AÑO 2005	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.028	4.541	5.028	4.866	5.028	4.866	5.028	5.028	4.866	5.028	4.866	5.028	59.201
Uso Industrial	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	25.200
TOTAL	13.824	12.689	13.824	13.446	13.824	13.446	13.824	13.824	13.446	13.824	13.446	13.824	163.241
AÑO 2006	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.068	4.578	5.068	4.905	5.068	4.905	5.068	5.068	4.905	5.068	4.905	5.068	59.674
Uso Industrial	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	2.205	26.480
TOTAL	13.969	12.831	13.969	13.590	13.969	13.590	13.969	13.969	13.590	13.969	13.590	13.969	164.974
AÑO 2007	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.119	4.624	5.119	4.954	5.119	4.954	5.119	5.119	4.954	5.119	4.954	5.119	60.273
Uso Industrial	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	27.000
TOTAL	14.065	12.922	14.065	13.684	14.065	13.684	14.065	14.065	13.684	14.065	13.684	14.065	166.113

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

Cuadro N° 32. Demandas hídricas para usos no consuntivos, período 2008-2011, del Valle Chancay - Lambayeque

AÑO 2008	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.169	4.669	5.169	5.002	5.169	5.002	5.169	5.169	5.002	5.169	5.002	5.169	60.860
Uso Industrial	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	27.000
TOTAL	14.115	12.967	14.115	13.732	14.115	13.732	14.115	14.115	13.732	14.115	13.732	14.115	166.700
AÑO 2009	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.225	4.720	5.225	5.057	5.225	5.057	5.225	5.225	5.057	5.225	5.057	5.225	61.523
Uso Industrial	2.300	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	34.750
TOTAL	14.221	13.718	14.871	14.487	14.871	14.487	14.871	14.871	14.487	14.871	14.487	14.871	175.113
AÑO 2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.286	4.774	5.286	5.116	5.286	5.116	5.286	5.286	5.116	5.286	5.116	5.286	62.240
Uso Industrial	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	27.600
TOTAL	14.282	13.122	14.282	13.896	14.282	13.896	14.282	14.282	13.896	14.282	13.896	14.282	168.680
AÑO 2011	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Caudal Ecológico	6.696	6.048	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	6.696	6.480	6.696	6.480	6.696	78.840
Uso Poblacional	5.348	4.831	5.348	5.176	5.348	5.176	5.348	5.348	5.176	5.348	5.176	5.348	62.971
Uso Industrial	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	28.200
TOTAL	14.394	13.229	14.394	14.006	14.394	14.006	14.394	14.394	14.006	14.394	14.006	14.394	170.011

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

4.4.2 Demanda hídrica uso agrícola, según módulos de riego

a) Módulos de riego actuales

Para el cálculo de las demandas hídricas actuales del valle Chancay - Lambayeque, se ha utilizado la información de las cédulas de cultivos de las campañas agrícolas ejecutadas en el valle, según información proporcionada por la Junta de Usuarios que fueron aprobadas por la Administración Local del Agua Chancay - Lambayeque, correspondiente al período 1984-2011, dicha información consta de cultivos que actualmente se desarrollan en el valle, módulos, coeficientes de riego que se utilizan en la práctica, es decir con una eficiencia de riego total de 38%. Los módulos de riego de los cultivos que maneja la Junta de Usuarios del Valle Chancay - Lambayeque, son los siguientes:

Cuadro N° 33: Módulo de riego de los cultivos del Valle Chancay - Lambayeque

Maíz híbrido	7 100m³/Ha
Algodón	7 000m³/Ha
Hortalizas	6 600m³/Ha
Arroz	14 000m³/Ha
Caña de azúcar	20 000m³/Ha
Frutales	10 800m³/Ha
Sorgo	6 800m³/Ha
Yuca	10 800m³/Ha
Camote	3 000m³/Ha
Tomate	6 600m³/Ha
Menestras	6 600m³/Ha
Pepinos	5 200m³/Ha

Fuente: Elaboración propia.

b) Cédulas de Cultivos

La cédula de cultivo promedio del valle Chancay - Lambayeque, se determinó con la información de las campañas agrícolas programadas en el valle correspondiente al período 1984-2011. El resumen se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 34. Área bajo riego promedio Valle Chancay - Lambayeque

CULTIVOS	ÁREAS DE RIEGO PROMEDIO PERIODO (1984-2011) - VALLE CHANCAY						TOTAL
	CHONGOYAPE	FERREÑAFE	LAMB.-CHICLAYO	REQ.-MONS.-ETEN	CACHINCHE	TUMÁN-CAPOTE	
CANA DE AZÚCAR	1,272.61	2,050.24	1,547.20	231.84	415.48	24,279.27	29,796.64
PASTOS	26.38	187.22	641.14	2,384.64	87.52	0.00	3,326.91
ESPÁRRAGO	32.22	67.53	4.00	43.36	0.67	0.00	147.78
ARROZ	2,549.96	13,095.94	6,996.88	1,049.00	9,691.76	0.00	33,383.64
ALGODÓN	8.41	192.48	804.03	124.77	2,452.90	0.00	3,582.69
SORGO GRANIFERO	0.00	0.00	0.00	878.20	167.00	0.00	1,045.20
MAÍZ AMARILLO DURO	1,653.05	437.69	70.68	252.95	3,208.32	0.00	6,622.68
CHILENO	280.70	149.30	20.48	3.08	717.62	0.00	1,171.19
FRIJOL BLANCO	280.70	149.30	20.48	3.08	717.62	0.00	1,171.19
GARBANZO	280.70	149.30	20.48	3.08	717.62	0.00	1,171.19
REPOLLO	2.42	1.11	3.77	286.31	0.00	0.00	293.60
LECHUGA	0.00	0.00	3.77	286.29	0.00	0.00	290.06
COLIFLOR	0.00	0.00	3.77	286.31	0.22	0.00	290.30
YUCA	0.00	233.54	0.00	1.74	0.00	0.00	235.28
MAÍZ BLANCO	0.00	0.00	2.96	574.37	0.00	0.00	577.33
LENTEJA	0.00	0.00	0.00	0.00	25.49	0.00	25.49
PEPINO	0.00	17.67	0.00	12.92	0.00	0.00	30.69
TOMATE	22.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.95
CAMOTE	1.76	53.64	36.56	188.81	38.26	0.00	319.02
ZANAHORIA	31.20	0.00	0.00	28.23	0.00	0.00	59.43
CEBOLLA DE RABO	28.33	11.29	0.00	48.48	0.00	0.00	88.10
MARACUYA	31.20	0.00	0.00	28.23	0.00	0.00	59.43
AJI	28.07	15.41	0.00	47.97	0.00	0.00	91.45
TOTAL (ha)	6,530.67	16,811.67	10,176.21	6,763.64	18,240.49	24,279.27	82,801.95

Fuente: Junta de Usuarios del Valle Chancay - Lambayeque

Las áreas bajo riego del Padrón de Uso Agrícola, aprobados por la Administración Técnica de Riego Chancay - Lambayeque, son mostrados en el Cuadro N° 34.

c) Volúmenes Calculados

Los volúmenes calculados son determinados en base a las cédulas de cultivos del valle los módulos de riego correspondiente para cada cultivo y eficiencias de riego. Los resultados se muestran en La figuras adjuntas:

Fig. N° 25: Demanda agrícola promedio mensual valle Chancay - Lambayeque, período (1984-2011)

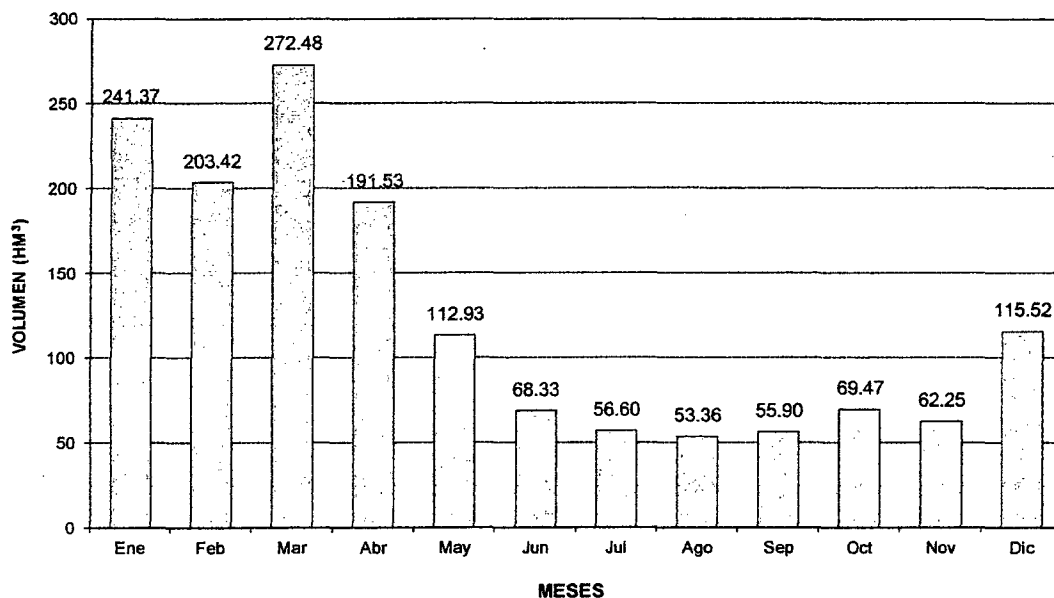
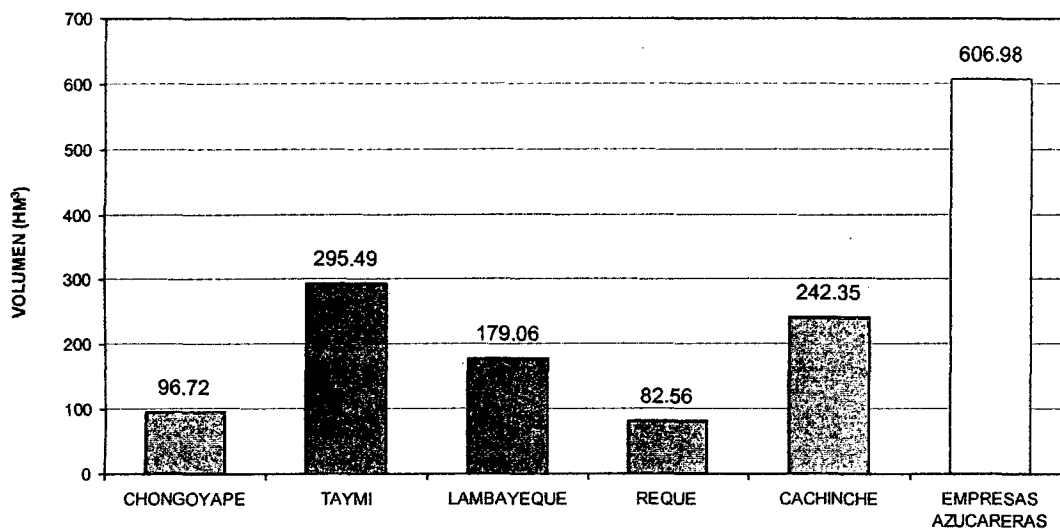


Fig. N° 26: Demanda agrícola promedio por sector de riego Valle Chancay - Lambayeque, período (1984-2011)

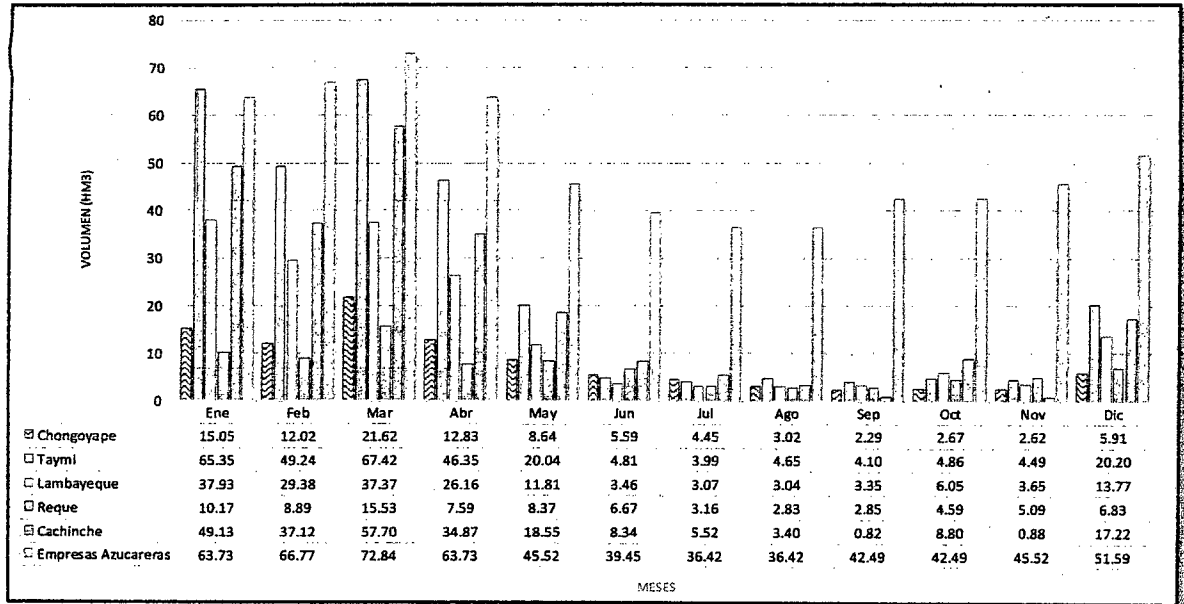


Cuadro N° 35: Superficie agrícola y número de predios en el Valle Chancay - Lambayeque

SECTOR DE RIEGO	SUB SECTOR DE RIEGO	PREDIOS POR USUARIO				ÁREA BAJO RIEGO (ha)			N° DE USUARIOS			
		PREDIOS CON LICENCIA	PREDIOS CON LIC. Y PERMISO	PREDIOS CON PERMISO	TOTAL PREDIOS	ÁREA CON LICENCIA	ÁREA CON PERMISO	ÁREA TOTAL	USUARIOS LICENCIA	USUARIOS PERMISO	USUARIOS LICENCIA Y PERMISO	TOTAL USUARIO
CHONGOYAPE	CHONGOYAPE	1,291	16	625	1,932	7,288.86	3,539.22	10,828.08	1,139	609	15	1,763
	LA RAMADA	429	2	55	486	805.78	157.39	963.17	274	32	2	308
	SUBTOTAL	1,720	18	680	2,418	8,094.64	3,696.61	11,791.25	1,413	641	17	2,071
REQUE	MONSEFÚ	2,896	31	939	3,866	4,470.34	1,407.88	5,878.22	2,066	843	31	2,940
	REQUE	498	9	336	843	771.40	861.30	1,632.70	386	312	9	707
	ÉTEN	277	10	292	579	238.95	383.46	622.41	240	268	10	518
	SUBTOTAL	3,671	50	1,567	5,288	5,480.69	2,652.64	8,133.33	2,692	1,423	50	4,165
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	1,576	301	142	2,019	6,670.71	1,094.35	7,765.06	1,285	134	289	1,708
	LAMBAYEQUE	1,307	294	309	1,910	5,457.93	1,393.68	6,851.61	1,129	298	272	1,699
	SUBTOTAL	2,883	595	451	3,929	12,128.64	2,488.03	14,616.67	2,414	432	561	3,407
TAYMI	CAPOTE	274	434	92	800	2,374.43	1,506.44	3,880.87	201	88	364	653
	FERREÑAFE	3,063	664	57	3,784	12,772.78	1,369.03	14,141.81	2,599	57	624	3,280
	PÍTIPO	616	123	17	756	3,350.79	212.08	3,562.87	517	17	112	646
	SUBTOTAL	3,953	1,221	166	5,340	18,498.00	3,087.55	21,585.55	3,317	162	1,100	4,579
CACHINCHE	MOCHUMI	1,667	97	194	1,958	3,841.70	455.54	4,297.24	1,383	179	94	1,656
	MORROPE	2,664	19	2,030	4,713	3,397.31	5,537.36	8,934.67	2,125	1,807	19	3,951
	MUY FINCA	2,298	299	505	3,102	7,981.61	2,473.86	10,455.47	2,026	500	289	2,815
	SASPE	1,920	37	246	2,203	3,271.76	633.78	3,905.54	1,710	240	37	1,987
	TÚCUME	765	112	93	970	1,502.78	154.75	1,657.53	654	90	108	852
	SUBTOTAL	9,314	564	3,068	12,946	19,995.16	9,255.29	29,250.45	7,898	2,816	567	11,261
TOTAL SUBSECTORES DE RIEGO		21,541	2,448	5,932	29,921	64,197.13	21,180.12	85,377.25	17,734	5,474	2,275	25,483
C. A. PUCALA		5			5	5,997.00		5,997.00	1			1
C. A. TUMAN		4			4	7,898.00		7,898.00	1			1
C. A. POMALCA		6			6	11,153.00		11,153.00	1			1
TOTAL EMP. AGROIND.		15			15	25,048.00		25,048.00	3			3
TOTAL GENERAL EN VALLE		21,556	2,448	5,932	29,936	89,245.13	21,180.12	110,425.25	17,737	5,474	2,275	25,486

Fuente: Junta de Usuarios del Valle – Chancay - Lambayeque

Fig. N° 27: Demanda agrícola promedio mensual por sector de riego Valle Chancay - Lambayeque período (1984-2011)



Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

4.5 Generación de descargas en la Zona del Proyecto mediante la aplicación del modelo Hec-Hms

4.5.1 Generalidades

El HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System) es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar las hidrógrafas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa que han alcanzado cierta popularidad en los Estados Unidos y por extensión en nuestro país.

El programa se deriva directamente del HEC-1, y conserva en esencia la misma filosofía de introducción de datos y secuencia de cálculos. El HMS, incluye la mayor parte de las rutinas de HEC-1 (algunas parecen haber sido obviadas) e incorpora como elementos adicionales:

Un método de transformación lineal de la escorrentía (basado en una modificación del hidrograma unitario de Clark) que puede utilizarse en una representación de la cuenca a través de celdas, con datos distribuidos de precipitación obtenidos por ejemplo de registros de radar (una opción tecnológica que no tiene aún aplicación en nuestro país).

Una opción de pérdida distribuida de humedad en suelos que aplica el mismo principio de las celdas y puede utilizarse en simulaciones sobre períodos largos (de días o meses) y

Una opción de optimización, un poco más versátil que la del HEC-1.

La versión es atractiva porque trabaja en un ambiente de ventanas mucho más agradable que en HEC-1 y porque permite visualizar los resultados de las simulaciones en forma gráfica, tabulada y más expedita para el usuario.

4.5.2 Funcionamiento del programa Hec Hms

El programa incluye una interfaz gráfica para el usuario (GUI) que le permite introducir la información necesaria para una simulación, manejar los componentes de análisis hidrológico a través de módulos integrados, y obtener respuestas gráficas o tabuladas de fácil comprensión e impresión. El documento de ayuda incorporado en el programa aclara la utilización de las opciones del programa.

Los archivos de extensión DSS (Data Storage System) se utilizan para almacenar y trabajar con series de tiempo, funciones emparejadas y datos de grilla en una forma muy transparente para el usuario.

Para definir la estructura de las cuencas, el programa considera los siguientes elementos:

- Subcuencas (subbasins)
- Tramos de tránsito (routing reach)
- Uniones (junctions)
- Embalses (reservoirs)
- Fuentes (Sources)
- Sumideros (sinks)
- Derivaciones (diversions)

Con estos siete componentes, el usuario puede elaborar una cuenca tan compleja como requiera el problema que está tratando y como permita la información de campo disponible. Si se cuenta con información digital de campo, el HMS incluye la opción de trabajar la cuenca con subdivisiones en grillas o celdas, cada una de las cuales almacena información pertinente respecto a la precipitación, área, pendientes y condición de humedad del suelo.

Los elementos anteriores se disponen en forma de redes dendríticas con un orden o secuencia lógica para realizar los cálculos desde las subcuencas que conforman las cabeceras aguas arriba hasta el punto de salida de todo el caudal aguas abajo. El usuario debe prestar atención a este criterio, ya que los cálculos siguen rigurosamente esta secuencia (por ejemplo si tienen en cuenta

una derivación no pueden entregar las aguas derivadas en un punto aguas arriba, aunque técnicamente esto sea factible). Por tal motivo, el primer paso en la preparación de la información consiste en definir correctamente la estructura de la cuenca que se pretende simular.

El HEC-HMS posee una interfase gráfica (denominada GUI), componentes integrados de análisis hidrológico, almacenamiento de datos y capacidad de manejo y facilidades para gráficos y reportes. El sistema de almacenamiento de datos (HEC-DSS) se usa para almacenar y recuperar las series temporales.

La interfase gráfica (GUI) permite contener los elementos o componentes de la cuenca, la entrada de datos para dichos componentes y vista de los resultados. Asimismo tiene la capacidad para esquematizar la representación de una red de elementos hidrológicos (Subcuencas, segmentos de cauces, confluencias, etc.).

El usuario puede configurar de manera esquemática mediante la selección y conexión de iconos que representan los elementos de la cuenca.

Una vez que el esquema ha sido desarrollado, se tienen menús que pueden ser invocados desde los iconos de los elementos. El menú brinda acceso a un editor para ingresar o editar datos asociados con los elementos hidrológicos y pantallas que muestran los resultados de la simulación para cada elemento.

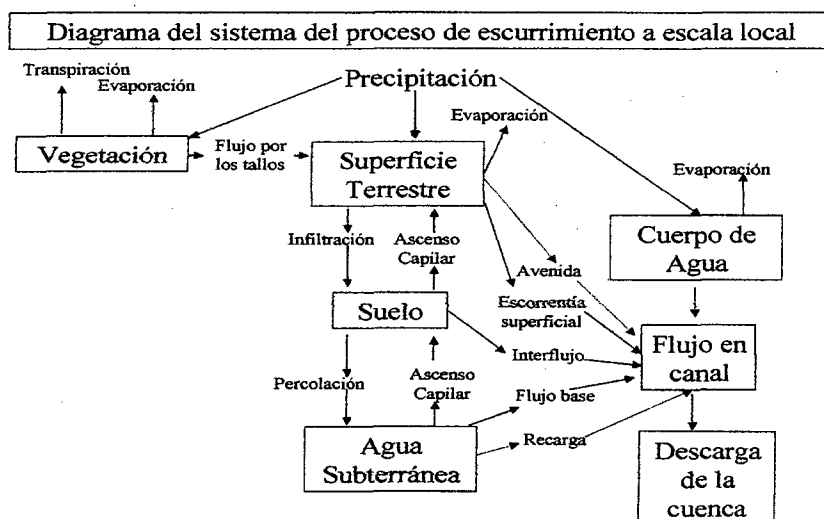
Los resultados de la corrida o ejecución activa, pueden ser vistos e impresos en forma tabular o gráfica. El programa puede desplegar los datos tabulares en tres tipos: (1) Una tabla resumen con una única línea de información por cada elemento hidrológico, (2) una tabla resumen elemental con información por tipo de elemento (3) una tabla con la serie temporal del elemento que muestra los resultados para cada intervalo de tiempo. También el programa dispone de una pantalla gráfica para cada tipo de elemento.

4.5.3 Componentes hidrológicos del hec-hms

a) Proceso de escurrimiento

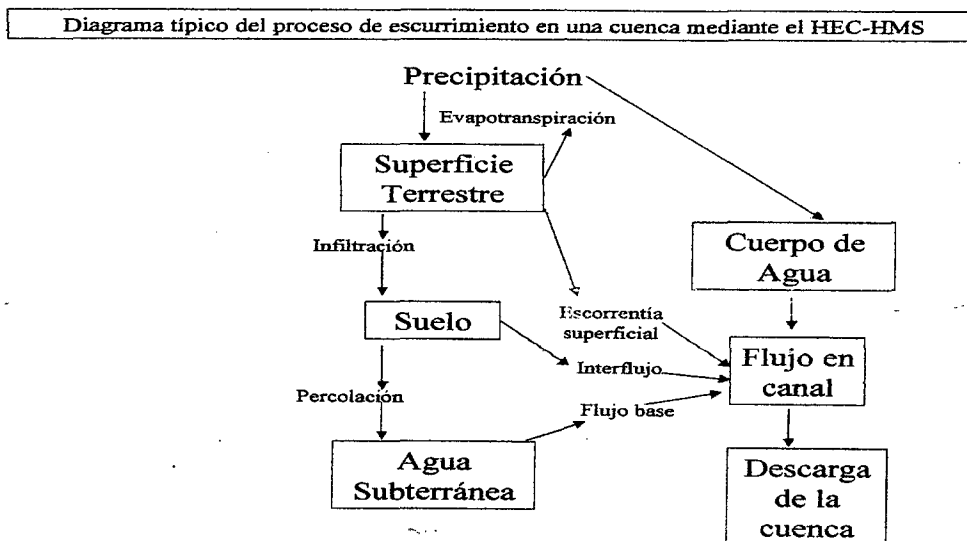
La siguiente figura muestra un diagrama del sistema del proceso de escurrimiento en una cuenca.

El proceso se inicia con la precipitación.



Sin embargo la representación apropiada y suficiente del sistema dependerá de la información necesaria que el estudio hidrológico debe tener.

La representación típica del HEC-HMS para calcular el escurrimiento de la cuenca es la siguiente:



El HEC-HMS utiliza modelos individuales para representar cada uno de los componentes del proceso de escurrimiento:

- Modelos que calculan el volumen del escurrimiento
- Modelos que determinan el hidrograma de escurrimiento directo (escurrimiento superficial e inter flujo).
- Modelos para determinar el flujo base.

Modelos incluidos en el HEC-HMS

Modelos de Volumen del Escurrimiento
Tasa inicial constante
Curva Número (CN-SCS)
CN-SCS (En malla)
Green y Ampt
Tasa de déficit constante
Cálculo de la humedad del suelo (SMA)
SMA (En malla)

Modelos de escurrimiento directo
Hidrograma Unitario (Propuesto por el Usuario)
HU Clark
HU Snyder
HU SCS
ModClark
Onda Cinemática

Modelos de flujo base
Constante mensual
Recesión exponencial
Reservorio lineal

Modelos de tránsito del flujo
Onda cinemática
Lag
Puls Modificado
Muskingum
Muskingum-Cunge (Sección Estándar)
Muskingum-Cunge (Sección 8 puntos)
Confluencia
Bifurcación

b) Principales características del proceso de cálculo

Los elementos hidrológicos se ubican en una red de cauces y los cálculos son procesados en secuencia de aguas arriba hacia aguas abajo. Los cálculos pueden ser realizados en el sistema internacional de unidades "SI". Sin embargo el usuario puede ingresar y ver la salida en unidades americanas "US" y puede fácilmente convertir las entradas y los resultados de un sistema a otro.

La ejecución de una simulación, llamada comúnmente "corrida", requiere la especificación de tres conjuntos de datos. El primero denominado Modelo de Cuenca, que contiene parámetros y la conectividad de datos para los elementos hidrológicos. Los tipos de elementos son: Sub-cuencas, tránsito a lo largo de cauces, convergencias, reservorios, fuentes, ramas y sumideros.

El segundo conjunto de datos, denominado Modelo Meteorológico, consiste en ingresar datos meteorológicos e información requerida para dicho proceso. El modelo puede representar condiciones históricas o hipotéticas.

Finalmente, el tercer conjunto de datos, denominado Especificaciones del control, señala el tiempo relacionado con la información para una simulación. Un proyecto puede contener diferentes conjuntos de datos y puede contener varios de cada tipo.

4.5.4 Procedimiento para la generación de descargas máximas

a) Modelo de cuenca

A partir del reconocimiento de campo, se han definido las alternativas del trazo de los flujos principales como es la Quebrada Palo Blanco y Majín,

El primer paso es diseñar el esquema hidrográfico a simular y ello consiste en interconectar cada una de las subcuencas productoras de escurrimiento superficial con la red de drenaje de la cuenca.

La siguiente Figura N° 37, muestra la interconexión realizada con el editor del HEC-HMS.

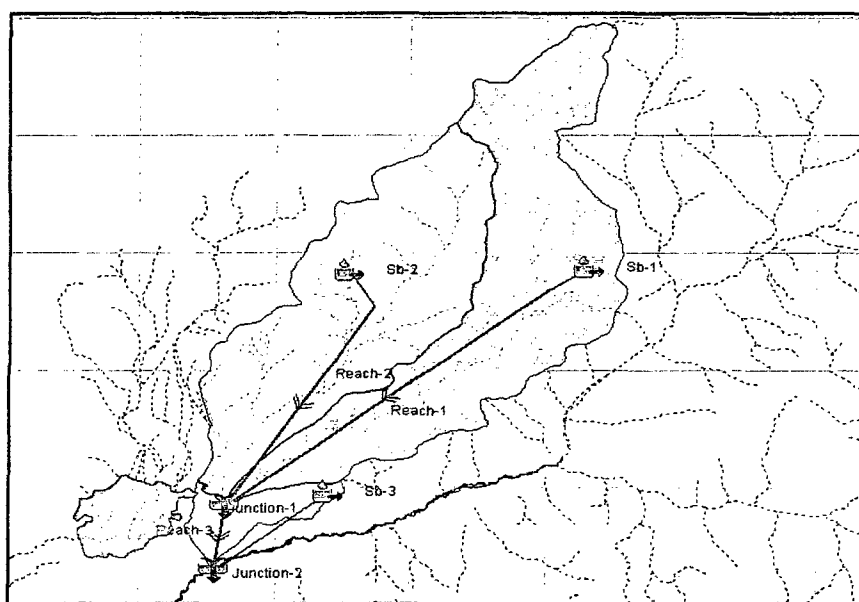
En la generación de las descargas máximas para diversos períodos de retorno en las diversas secciones de la cuenca, se han considerado en el análisis, tres (03) subcuencas. El detalle de los parámetros fisiográficos y ubicación se detallan en el Cuadro N° 12 al N° 14.

Los elementos utilizados para definir el esquema hidrográfico fueron: las subcuencas (subbasin), los cauces (reach) y las confluencias (Junction).

En la **Figura N° 28**, se puede apreciar la disposición de cada uno de los elementos con sus respectivos nombres según las subcuencas antes indicadas y el punto de interés, donde se realizará el análisis.

El modelo HEC-HMS permite alimentar de información a cada elemento mediante formularios interactivos con sólo hacer doble clic sobre el icono de cada uno de ellos.

Fig. N° 28: Esquema hidrográfico a simular en la Subcuenca Juana Ríos (JR)



b) Análisis de los afluentes de la Zona de estudio

Para elaborar el modelo de la Subcuenca Juana Ríos, será necesario alimentar de información de sus principales afluentes, en este caso de la Quebrada Majín, Palo Blanco y Almendral que lo conforman, como son sus respectivos parámetros fisiográficos, y los modelos a aplicar. En la **figura N°29**, se muestra las respectivas áreas de drenaje; en la **figura N° 30** el modelo de pérdida de agua; y en la **figura N° 31** el modelo de transformación a utilizar.

Se puede observar que se requiere de tres modelos:

- Modelo de pérdida de agua (Loss Rate), el cual determina el exceso de precipitación o volumen de escurrimiento superficial.

- Modelo de transformación (Transform), el cual determina las características del hidrograma de escorrentía superficial.

- Modelo de flujo base (Baseflow Method), el cual determina el flujo base.

Fig. N° 29: Áreas de drenaje de las subcuencas a considerar en el modelo Hec-Hms

Subbasin Name	Area (sq km)
Sb-2	147.82
Sb-1	166.9
Sb-3	17.73

Fig. N° 30: Modelo de pérdida de agua – Número de Curva SCS

Subbasin Name	SCS Curve Number	Initial Abstraction (mm)	Imperviousness (%)
Sb-2	88.23	6.78	0.0
Sb-1	91.55	4.69	0.0
Sb-3	90.95	5.05	0.0

Fig. N° 31: Modelo de transformación – Hidrograma Unitario Clark

Basin Model ID: Cuenca JR

Subbasin Name	Time of Concentration (hrs)	Storage Coefficient (hrs)	User Defined Time Area (Y or N)
Sb-2	2.079	3.119	N
Sb-1	3.1	4.649	N
Sb-3	0.939	1.408	N

OK Apply Cancel

Los modelos utilizados para este caso en particular fueron los siguientes:

- Modelo de pérdida de agua: Modelo del número de curva (SCS Curve Number).
- Modelo de transformación: Modelo de Clark.
- Modelo de flujo base: No fue considerado.

Para el modelo SCS o número de curva, se necesita conocer básicamente el tipo de cobertura que tiene la cuenca y el tipo de suelo relacionado al grado de infiltración que poseen.

Para ello se requiere realizar necesariamente el respectivo reconocimiento de campo y apoyarse en los mapas temáticos de cobertura vegetal y suelos que se puedan disponer.

De acuerdo al US Soil Conservation Service, el escurrimiento superficial acumulado "Q" en mm (equivalente a la lluvia en exceso "P_{ex}"), tiene la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{P_e^2}{P_e + S} \quad \dots (17)$$

Siendo "S" la infiltración potencial (mm) estimada en función al denominado número de curva "N".

$$S = \frac{25400}{N} - 254 \quad \dots (18)$$

P_e es la denominada precipitación en exceso acumulada e igual a:

$$P_e = P - I_a \quad \dots (19)$$

Donde "P" es la lluvia acumulada en mm y " I_a " es la abstracción inicial estimada como $I_a = 0.20S$.

Sustituyendo las ecuaciones (07) y (08) en (06), tenemos la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{\left(P - \frac{5080}{N} + 50.8 \right)^2}{\left(P + \frac{20320}{N} - 203.2 \right)} \quad \dots (20)$$

En las expresiones anteriores "N" es el número de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo – cobertura adimensional, "P" y " P_{ex} " están expresados en mm.

Para calcular el valor de N, se debe tener en cuenta el grupo de suelo hidrológico:

- **Grupo A:** (Bajo potencial de escurrimiento). Suelos que tienen altas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten

principalmente de arenas y gravas profundas, con bueno a excesivo drenaje. Estos suelos tienen altas velocidades de transmisión del agua.

- **Grupo B:** Suelos con moderada velocidad de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos con cantidades moderadas de texturas finas y gruesas, con drenaje medio y algo profundo. Son básicamente suelos arenosos.
- **Grupo C:** Suelos que tienen bajas velocidades de infiltración cuando están mojados, consisten principalmente de suelos que tienen un estrato que impide el flujo del agua, son suelos con texturas finas. Estos suelos tienen bajas velocidades de transmisión.
- **Grupo D:** (Alto potencial de escurrimiento). Suelos que tienen muy bajas velocidades de infiltración cuando están mojados y consisten principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de hinchamiento, suelos con nivel freático alto y permanente, suelos con estratos arcillosos cerca de su superficie, o bien, suelos someros sobre horizontes impermeables. Estos suelos tienen muy bajas velocidades de transmisión del agua.

El siguiente **Cuadro N° 36**, muestra los números de curva para condiciones antecedentes de humedad promedio.

Cuadro N° 36: Números de curva para usos selectos de tierra agrícola, sub urbana y urbana (condiciones de antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2$ S)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra Cultivada	Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condiciones pobres	68	79	86	89
	Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de Ríos: Condiciones Óptimas		30	58	71	78
Bosques	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, en condiciones óptimas, cubierta > 75%		39	61	74	80
Áreas abiertas, césped, parques, en condiciones aceptables, entre el 50% y 75%		49	69	79	84
Áreas Comerciales (85% impermeable)		89	92	94	95
Áreas Industriales (72% impermeable)		81	88	91	93
RESIDENCIAL					
Tamaño Promedio del Lote	Porcentaje Promedio Impermeable				
505.8 m ²	65%	77	85	90	92
1011.6 m ²	38%	61	75	83	87
1348.9 m ²	30%	57	72	81	86
2023.5 m ²	25%	54	70	80	85
4046.9 m ²	20%	51	68	79	84
Pavimento, Techos, Accesos, etc		98	98	98	98
Calles y Carreteras	Pavimento con cunetas y alcantarillado	98	98	98	98
	Grava	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

Fuente: Referencia bibliográfica: Tabla 5.5.2 ("Hidrología Aplicada" – Ven Te Chow – Maidment Mays).

Para condiciones antecedentes de humedades secas o húmedas, se utiliza el siguiente cuadro.

Cuadro N° 37: Números de curva para condiciones secas, medias y húmedas

N		
Condiciones medias	Condiciones Secas	Condiciones Húmedas
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13
Lluvia en los 05 días previos al cálculo		
Condiciones medias	Menos de 0.5 " (1.27 cm)	
Condiciones secas	Entre 0.5" (1.27 cm) a 1.5" (3.81 cm)	
Condiciones Húmedas	Más de 1.5" (3.81 cm)	

Fuente: Referencia bibliográfica: Tabla 5.5.2 ("Hidrología Aplicada" – Ven Te Chow – Maidment Mays).

Para nuestro caso la pérdida inicial (mm) y el número de curvas adoptadas se muestran en las **figura N° 32**.

Cuadro N° 38: Número de curva N para complejos hidrológicos de suelo cobertura

(Para condición de humedad antecedente II e $I_a = 0.2S$)

COBERTURA			NÚMERO DE CURVA			
Uso de la Tierra	Tratamiento o Práctica	Condición Hidrológica	A	B	C	D
Descuidado, en descanso, sin cultivos	Surcos rectos	—	77	86	91	94
Cultivos	Surcos rectos	pobre	72	81	88	91
	Surcos rectos	buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	pobre	70	79	84	88
	Curvas de nivel	buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y en terrazas	pobre	66	74	80	82
	Curvas de nivel y en terrazas	buena	62	71	78	81
Pequeños Granos	Surcos rectos	pobre	65	76	84	88
	Surcos rectos	buena	63	75	83	87
	Curvas de Nivel	pobre	63	74	82	85
	Curvas de Nivel	buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y en terrazas	pobre	61	72	79	82
	Curvas de nivel y en terrazas	buena	59	70	78	81
Sembríos cerrados, legumbres o sembríos en rotación	Surcos rectos	pobre	66	77	85	89
	Surcos rectos	buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	pobre	64	75	83	85
	Curvas de nivel	buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y en terrazas	pobre	63	73	80	83
	Curvas de nivel y en terrazas	buena	51	67	76	80
Pastizales o similares		pobre	68	79	86	89
		regular	49	69	79	84
		buena	39	61	74	80
	Curvas de nivel	pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel	regular	25	59	75	83
	Curvas de nivel	buena	6	35	70	79
Pradera		buena	30	58	71	78
Bosques		pobre	45	66	77	83
		regular	36	60	73	79
		buena	25	55	70	77
Patios		—	59	74	82	86
Caminos, incluyendo derecho de vía	Cieno	—	72	82	87	89
	Superficie firme	—	74	84	90	92

Para la aplicación de método de Clark, se necesita calcular el tiempo de concentración (Time of concentration) y el coeficiente de almacenamiento (Storage Coefficient). El tiempo de concentración fue calculado mediante las fórmulas de Kirpich y Temez.

$$t = \left(\frac{0.87L^3}{\Delta h} \right)^{0.385} \quad (\text{Fórmula de Kirpich}) \quad \dots (21)$$

donde:

- t = Tiempo de concentración (h).
- L = Longitud del cauce principal de la cuenca (Km.).
- Δh = Desnivel del cauce principal (m.).

$$t = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (\text{Fórmula de Temez}) \quad \dots (22)$$

donde:

- S = Pendiente (Adimensional).
- L = Longitud del cauce principal de la cuenca (Km.).

El siguiente Cuadro N° 30, muestra los cálculos realizados:

Cuadro N° 39: Tiempo de Concentración de las subcuencas (Afluentes principales) Analizadas

ANÁLISIS TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
MICROCUENCAS	Parte de Aguas	Desemboca dura	ÁREA (Km²)	LONG. (Km)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN			
	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud (m.s.n.m.)			Kirpich (horas)	Racional (horas)	Glandotti (horas)	Promedio (horas)
Majin	3,900.00	190.00	166.990	42.000	3.0028	3.9421	2.3537	3.0995
Palo Blanco	2,800.00	190.00	147.820	24.000	1.8014	2.3650	2.0707	2.0791
Almedral	500.00	65.00	17.730	5.000	0.5866	0.7702	1.4589	0.9386

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de almacenamiento es un índice del almacenamiento temporal del exceso de precipitación en la cuenca, para este caso se consideró que sería 1.5 veces el tiempo de concentración.

c) Cauces

Para el tránsito de la onda de flujo a lo largo del cauce se utilizó el modelo de la onda cinemática (Kinematic wave).

Para ello se ingresa la información según el formulario mostrado en la siguiente Figura:

Fig. N° 32: Formulario del modelo a utilizar en cada tramo del cauce

Reach Name	Cross Section Shape	Reach Length (m)	Energy Slope (m/m)	Bottom Width or Diameter (m)	Side Slope (H:V)	Manning's n	Min Num. Route Incs.
Reach-1	DEEP	39000	0.095	40		0.0032	2
Reach-2	DEEP	24000	0.084	50		0.0032	2
Reach-3	DEEP	4000	0.096	100		0.0032	2

La información de las características de cada uno de los tramos de cauces seleccionados para realizar el proceso de tránsito de avenidas, se muestran en la figura N° 32.

d) Modelo Meteorológico

El modelo meteorológico consiste en definir la tormenta de diseño que será utilizada en la simulación de la relación precipitación - escorrentía, para cada una de las subcuencas.

Para determinar la tormenta de diseño, se utilizó el hietograma Tipo I, presentado por el SCS del Departamento de Agricultura de los US, para cuencas que corresponden a climas marítimos del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. Las tormentas de diseño para cada período de retorno y para cada subcuenca son presentados en el **Cuadro N° 39 al 46**. Para el modelo meteorológico de la cuenca, se utilizó el método de Thiessen (User Gage Weighting), considerando que el 100% de la tormenta, hallada anteriormente para cada subcuenca, cae sobre el área total de tal subcuenca

Tormentas de diseño (mm) para cada período de retorno de la zona de estudio

Cuadro N° 40: Tormenta de diseño período de retorno 5 años

Tormentas de diseño para un período de retorno de 5 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magín	2,38	4,76	7,14	9,52	11,90	14,29	16,67	19,05	21,43	23,81	26,19	28,57	30,95	33,33	35,71	38,09	40,47	42,86	45,24	47,62	50,00	52,38	54,76	57,14
Palo Blanco	2,25	4,50	6,75	9,00	11,25	13,50	15,75	18,00	20,25	22,50	24,75	27,00	29,25	31,50	33,75	36,00	38,25	40,50	42,75	45,00	47,25	49,50	51,75	54,00
Almedral	1,78	3,56	5,33	7,11	8,89	10,67	12,44	14,22	16,00	17,78	19,55	21,33	23,11	24,89	26,66	28,44	30,22	32,00	33,77	35,55	37,33	39,11	40,88	42,66

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 41: Tormenta de diseño período de retorno 10 años

Tormentas de diseño para un período de retorno de 10 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magín	3,06	6,12	9,18	12,24	15,30	18,36	21,43	24,49	27,55	30,61	33,67	36,73	39,79	42,85	45,91	48,97	52,03	55,09	58,15	61,22	64,28	67,34	70,40	73,46
Palo Blanco	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00	48,00	51,00	54,00	57,00	60,00	63,00	66,00	69,00	72,00
Almedral	2,69	5,37	8,06	10,75	13,43	16,12	18,81	21,49	24,18	26,87	29,55	32,24	34,93	37,61	40,30	42,99	45,67	48,36	51,05	53,73	56,42	59,11	61,79	64,48

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 42: Tormenta de diseño período de retorno 25 años

Tormentas de diseño para un período de retorno de 25 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magín	4,01	8,01	12,02	16,02	20,03	24,04	28,04	32,05	36,06	40,06	44,07	48,07	52,08	56,09	60,09	64,10	68,10	72,11	76,12	80,12	84,13	88,13	92,14	96,14
Palo Blanco	4,07	8,13	12,20	16,26	20,33	24,39	28,46	32,53	36,59	40,66	44,72	48,79	52,85	56,92	60,99	65,05	69,12	73,18	77,25	81,31	85,38	89,45	93,51	97,56
Almedral	4,15	8,31	12,46	16,61	20,76	24,92	29,07	33,22	37,38	41,53	45,68	49,84	53,99	58,14	62,29	66,45	70,60	74,75	78,91	83,06	87,21	91,36	95,52	99,67

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 43: Tormenta de diseño período de retorno 50 años

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 50 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magin	4,78	9,56	14,34	19,12	23,90	28,68	33,46	38,23	43,01	47,79	52,57	57,35	62,13	66,91	71,69	76,47	81,25	86,03	90,81	95,59	100,37	105,15	109,93	114,79
Palo Blanco	4,95	9,91	14,86	19,81	24,77	29,72	34,68	39,63	44,58	49,54	54,49	59,44	64,40	69,35	74,30	79,26	84,21	89,17	94,12	99,07	104,03	108,98	113,93	118,81
Almedral	5,49	10,98	16,48	21,97	27,46	32,95	38,44	43,94	49,43	54,92	60,41	65,91	71,40	76,89	82,38	87,87	93,37	98,88	104,35	109,84	115,33	120,83	126,32	131,8

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 44: Tormenta de diseño período de retorno 100 años

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 100 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magín	5,62	11,23	16,85	22,47	28,08	33,70	39,31	44,93	50,55	56,16	61,78	67,40	73,01	78,63	84,24	89,86	95,48	101,09	106,71	112,33	117,94	123,56	129,18	134,79
Palo Blanco	5,93	11,86	17,79	23,71	29,64	35,57	41,50	47,43	53,36	59,29	65,22	71,14	77,07	83,00	88,93	94,86	100,79	106,72	112,64	118,57	124,50	130,43	136,36	142,29
Almedral	7,06	14,11	21,17	28,22	35,28	42,34	49,39	56,45	63,50	70,56	77,61	84,67	91,73	98,78	105,84	112,89	119,95	127,01	134,06	141,12	148,17	155,23	162,28	169,34

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 45: Tormenta de diseño período de retorno 200 años

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 200 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magin	6,05	12,09	18,14	24,18	30,23	36,27	42,32	48,36	54,41	60,45	66,50	72,54	78,59	84,64	90,68	96,73	102,77	108,82	114,86	120,91	126,95	133,00	139,04	145,09
Palo Blanco	6,36	12,71	19,07	25,42	31,78	38,14	44,49	50,85	57,21	63,56	69,92	76,27	82,63	88,99	95,34	101,70	108,05	114,41	120,77	127,12	133,48	139,84	146,19	152,55
Almedral	7,30	14,61	21,91	29,22	36,52	43,83	51,13	58,44	65,74	73,04	80,35	87,65	94,96	102,28	109,57	116,87	124,17	131,48	138,78	146,09	153,39	160,70	168,00	175,31

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 46: Tormenta de diseño período de retorno 500 años

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 500 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magin	7,09	14,18	21,26	28,35	35,44	42,53	49,62	56,71	63,79	70,88	77,97	85,06	92,15	99,24	106,32	113,41	120,50	127,59	134,68	141,77	148,85	155,94	163,03	170,12
Palo Blanco	7,56	15,12	22,68	30,24	37,80	45,36	52,92	60,48	68,04	75,60	83,16	90,72	98,28	105,84	113,40	120,96	128,52	136,08	143,64	151,20	158,76	166,32	173,88	181,44
Almedral	9,18	18,36	27,54	36,72	45,90	55,08	64,26	73,44	82,62	91,80	100,98	110,17	119,35	128,53	137,71	146,89	156,07	165,25	174,43	183,61	192,79	201,97	211,15	220,33

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 47: Tormenta de diseño período de retorno 1000 años

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 1000 años, considerando tormenta Tipo I (Referencia : US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986)																								
Sub cuenca	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,96	1,00
Magin	7,93	15,86	23,79	31,72	39,65	47,58	55,51	63,45	71,38	79,31	87,24	95,17	103,10	111,03	118,96	126,89	134,82	142,75	150,68	158,61	166,54	174,47	182,40	190,31
Palo Blanco	8,54	17,08	25,62	34,17	42,71	51,25	59,79	68,33	76,87	85,41	93,96	102,50	111,04	119,58	128,12	136,66	145,21	153,75	162,29	170,83	179,37	187,91	196,45	205,00
Almedral	10,77	21,55	32,32	43,09	53,87	64,64	75,41	86,19	96,96	107,73	118,51	129,28	140,05	150,83	161,60	172,37	183,15	193,92	204,69	215,47	226,24	237,01	247,79	258,56

Fuente: Elaboración propia.

e) Especificaciones de Control

Como se observa en la siguiente figura, las especificaciones de control consisten en definir el día y hora de inicio y final de la simulación, así como el intervalo de tiempo de simulación.

Fig. N° 33: Especificaciones de control

La combinación de un modelo de cuenca, modelos meteorológicos y especificaciones de control, definen las respectivas corridas (runs), mediante las opciones run configuration y run manager del menú simulación (simulate).

4.5.5 Resultados de la simulación

En el Cuadro N° 48, se presentan los resultados analíticos del cálculo de los caudales para secciones de la cuenca de interés, correspondiente a los periodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1000 años.

Cuadro N° 48: Resultados de los Caudales de Avenida Subcuenca Juana Ríos, utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS

SECCIÓN	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	200 AÑOS	500 AÑOS	1000 AÑOS
BADEN JUANA RÍOS	169	234	325	400	480	519	618	699	
SUBCUENCA JUANA RÍOS	175	246	345	400	515	554	663	751	

Fuente: Elaboración propia.

Fig. N° 34: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 5 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

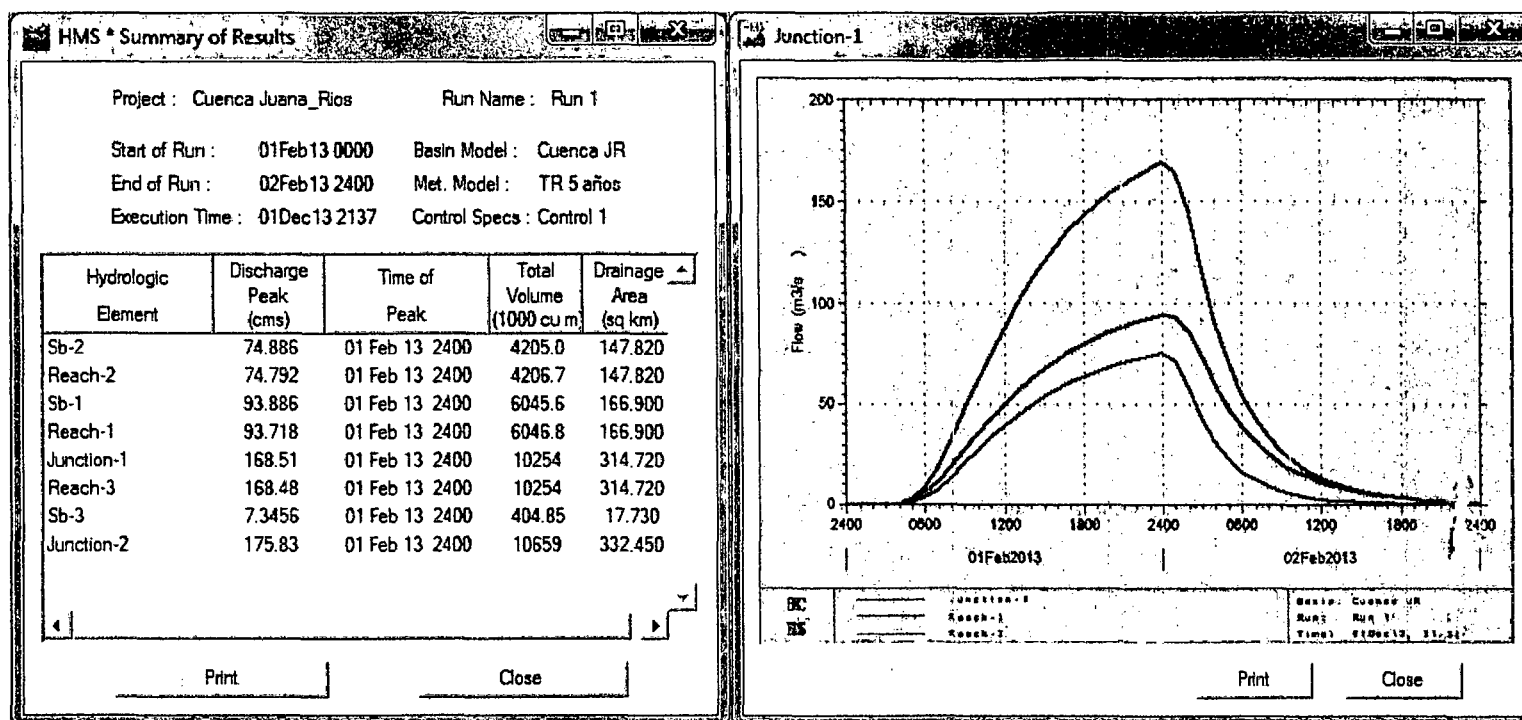


Fig. N° 35: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 10 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

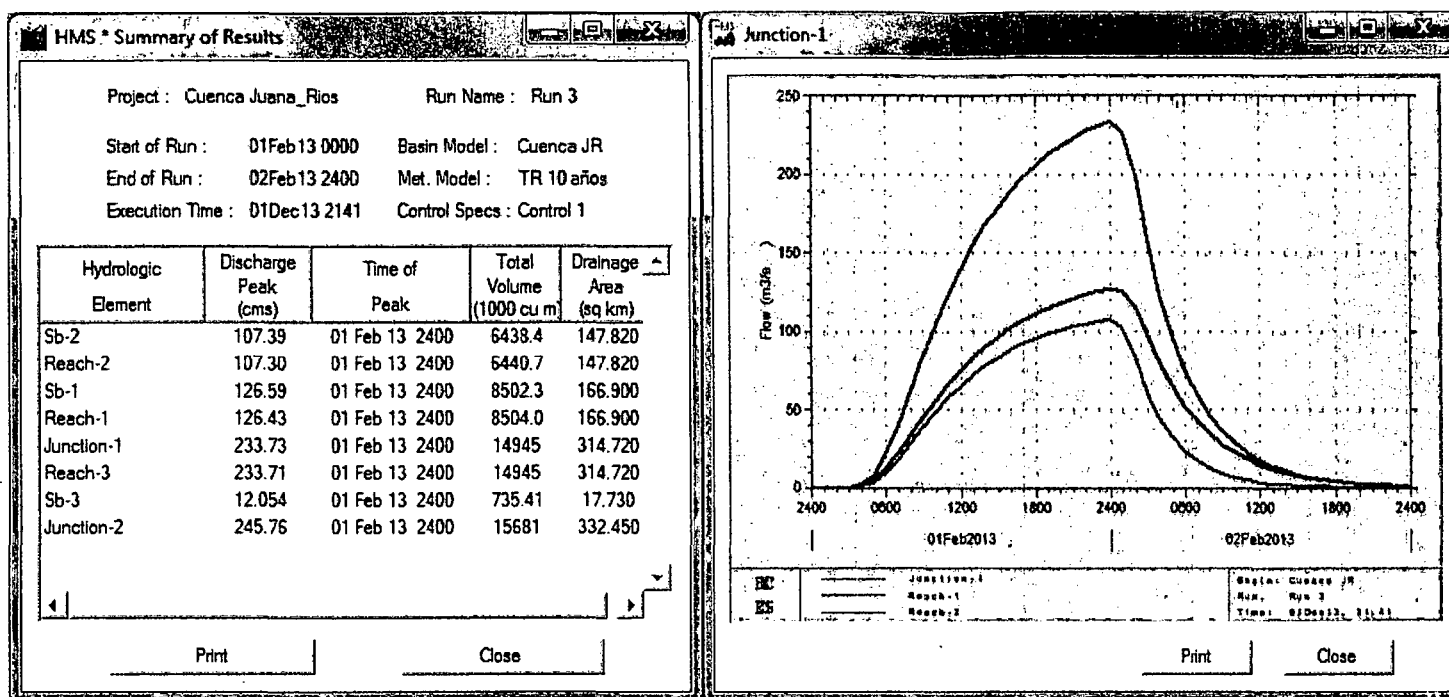


Fig. N° 36: Histogramas de salida y resultados en m³/s para una avenida de 25 años en Baden Juana Ríos – Programa Hec-Hms

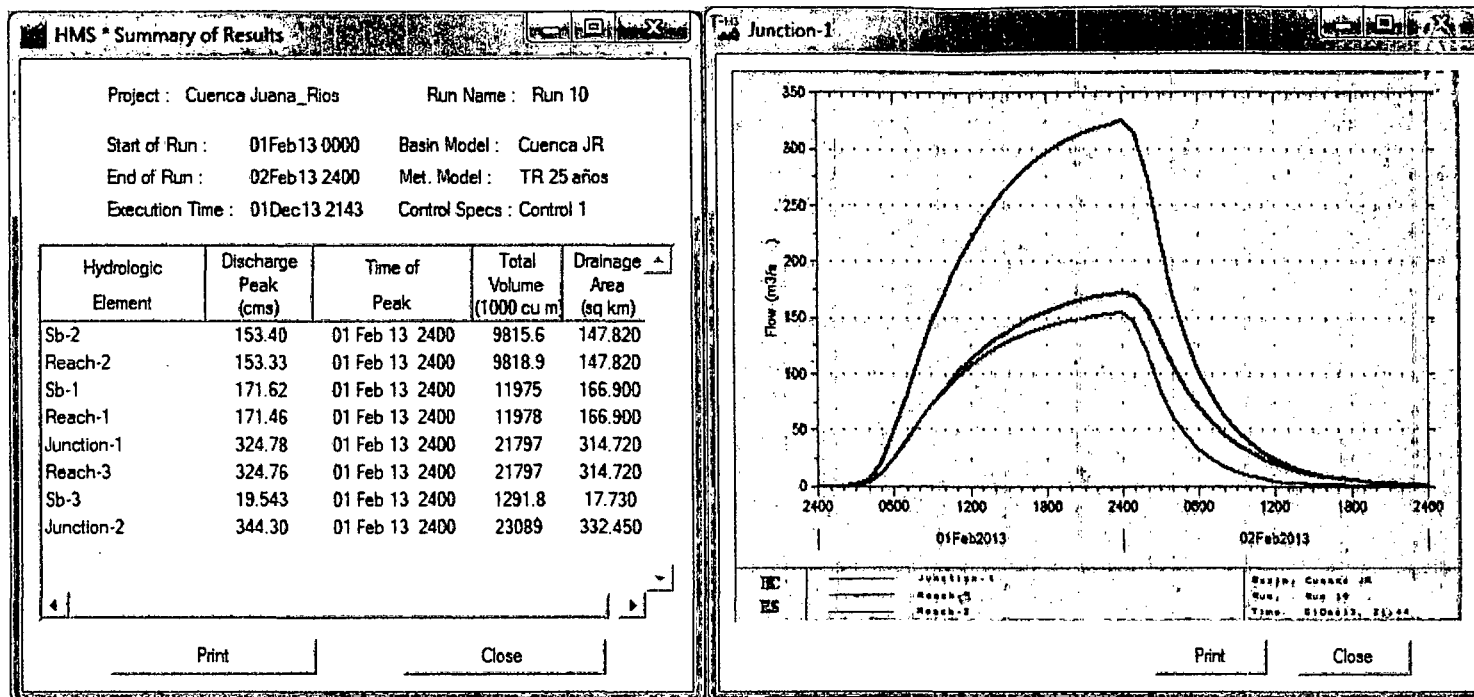


Fig. N° 37: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 50 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

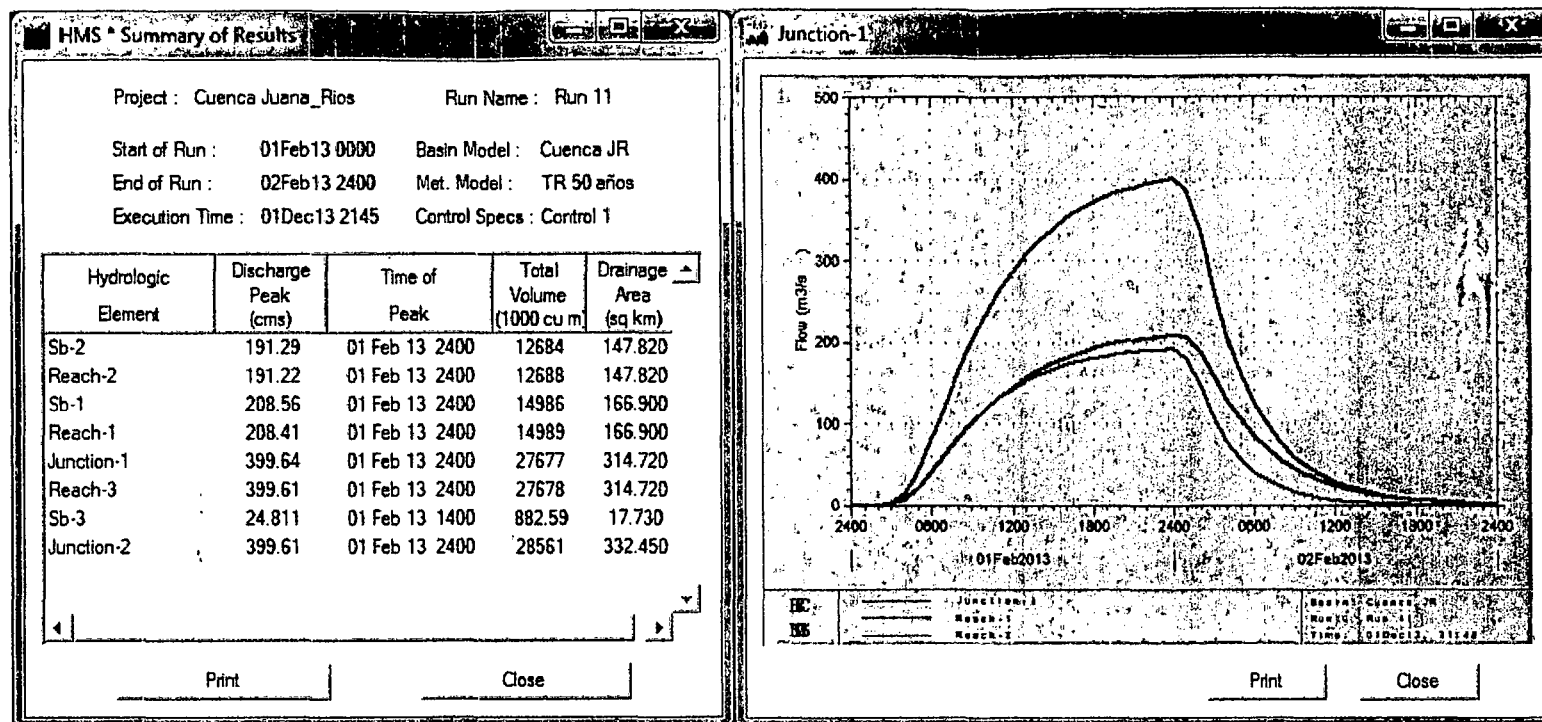


Fig. N° 38: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 100 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

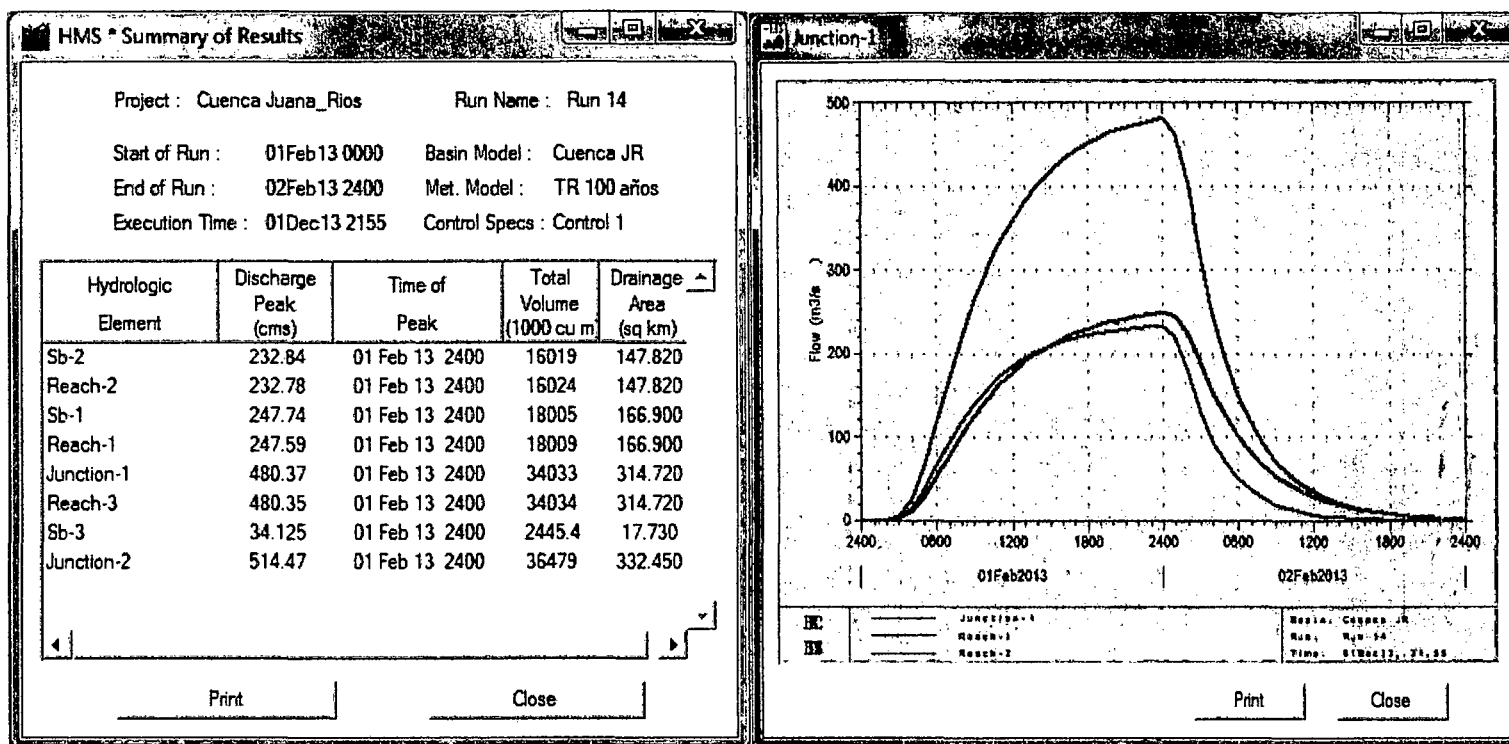


Fig. N° 39: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 200 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

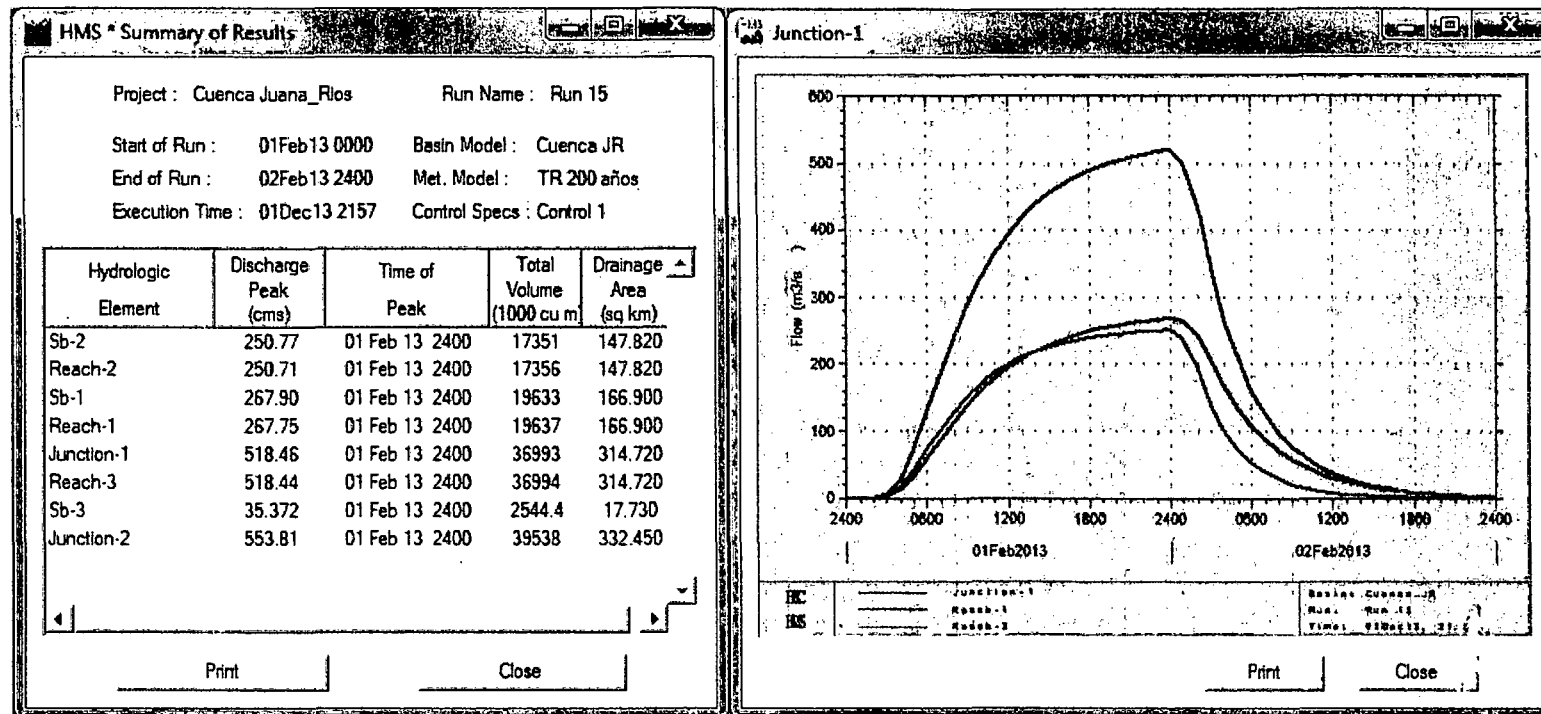


Fig. N° 40: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 500 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

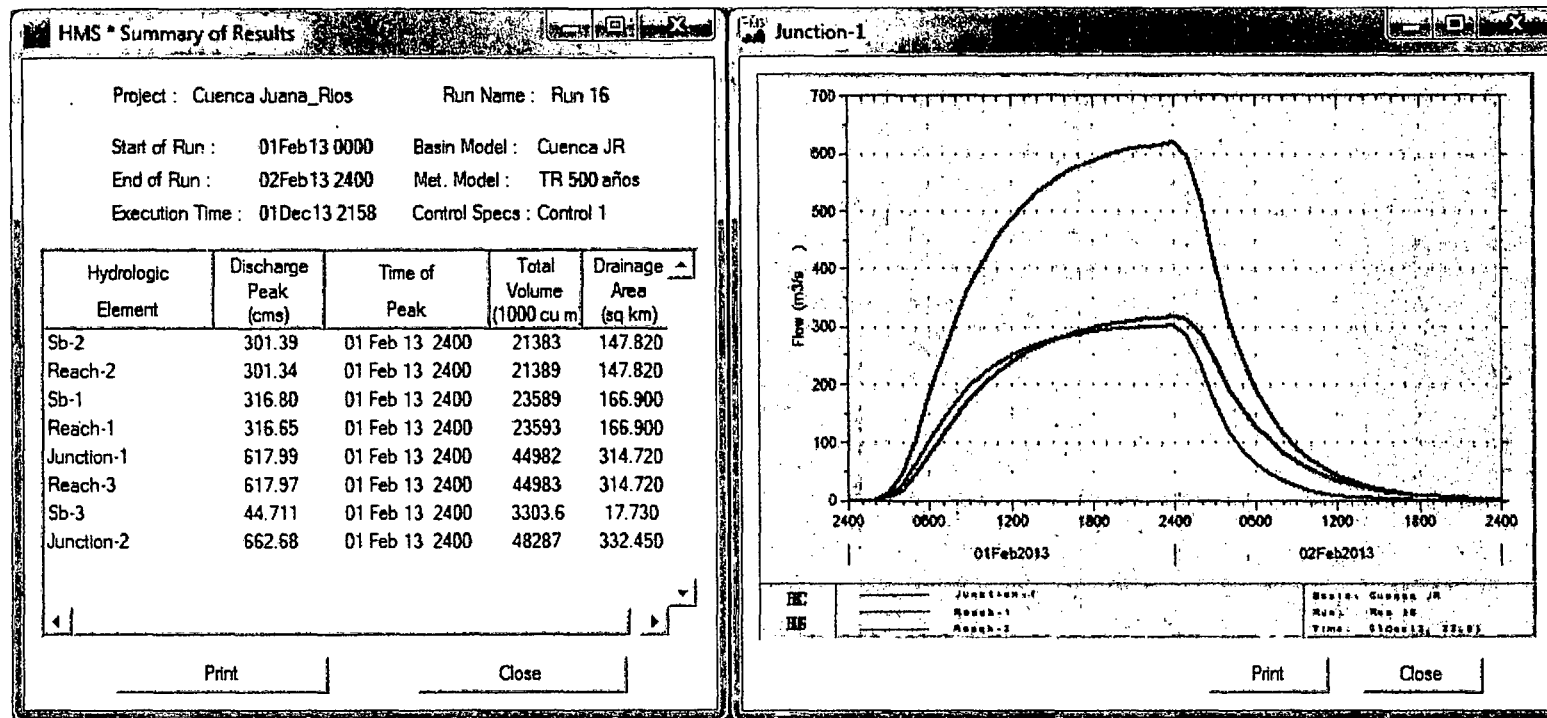


Fig. N° 41: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 1000 años en Badén Juana Ríos – Programa Hec-Hms

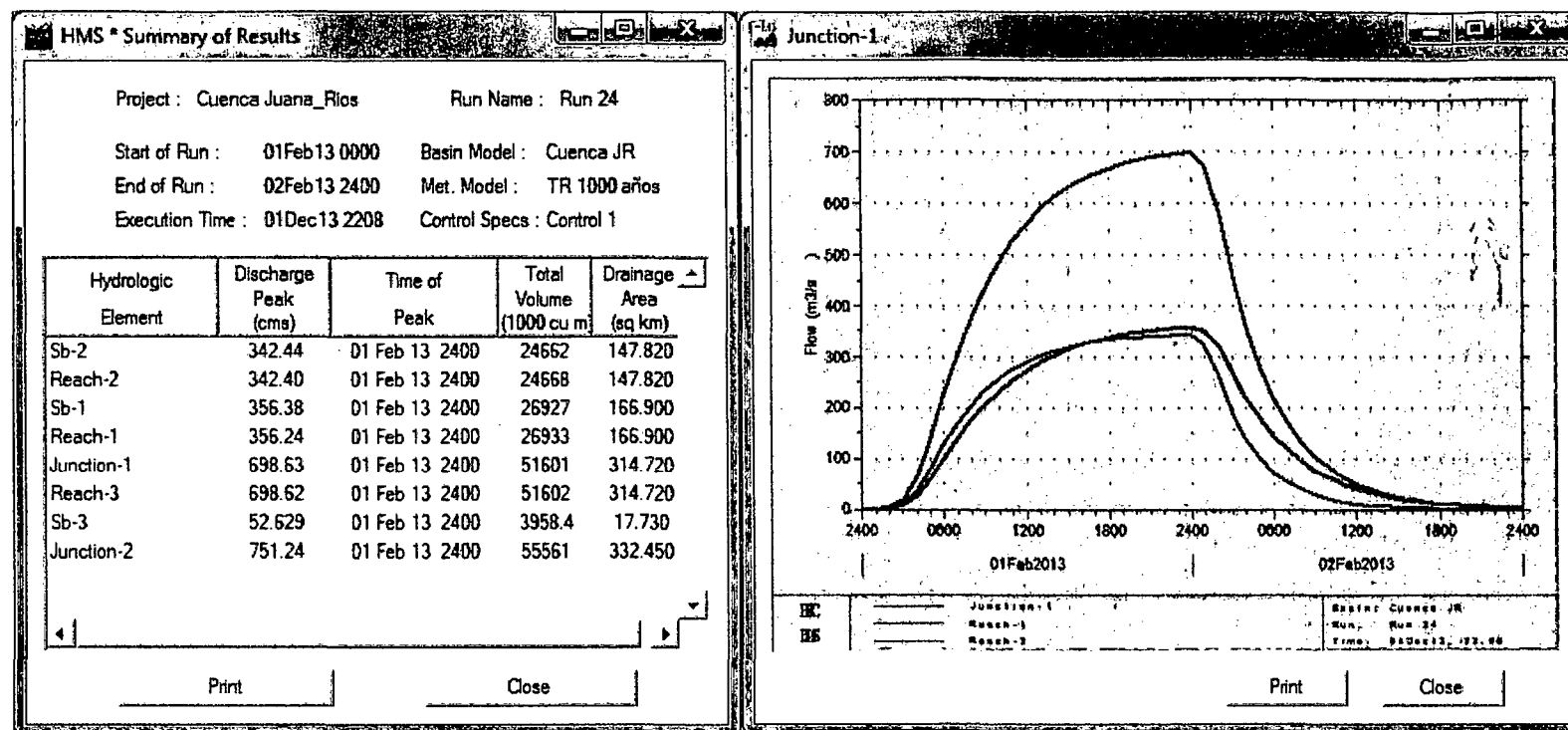


Fig. N° 42: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 5 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

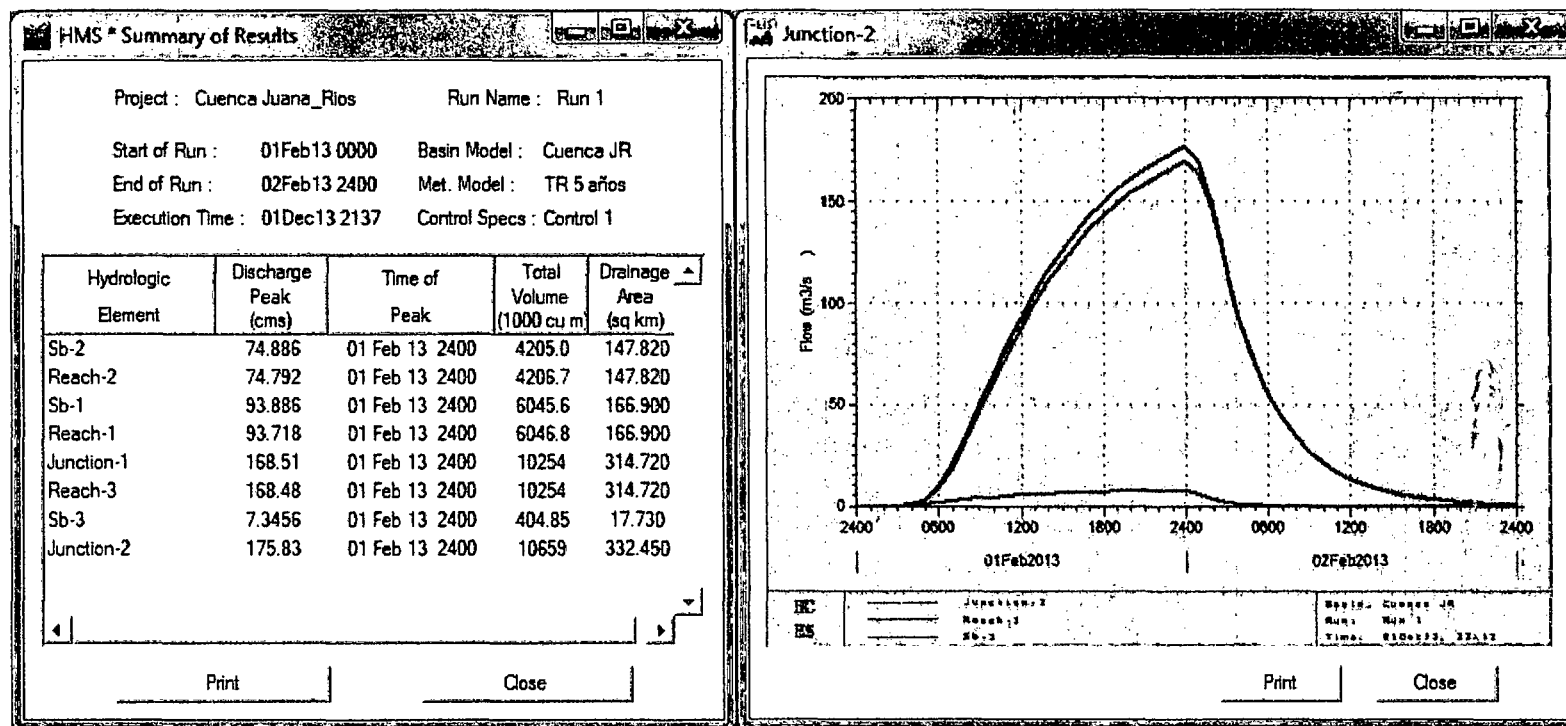


Fig. N° 43: Histogramas de salida y resultados en m³/s para una avenida de 10 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

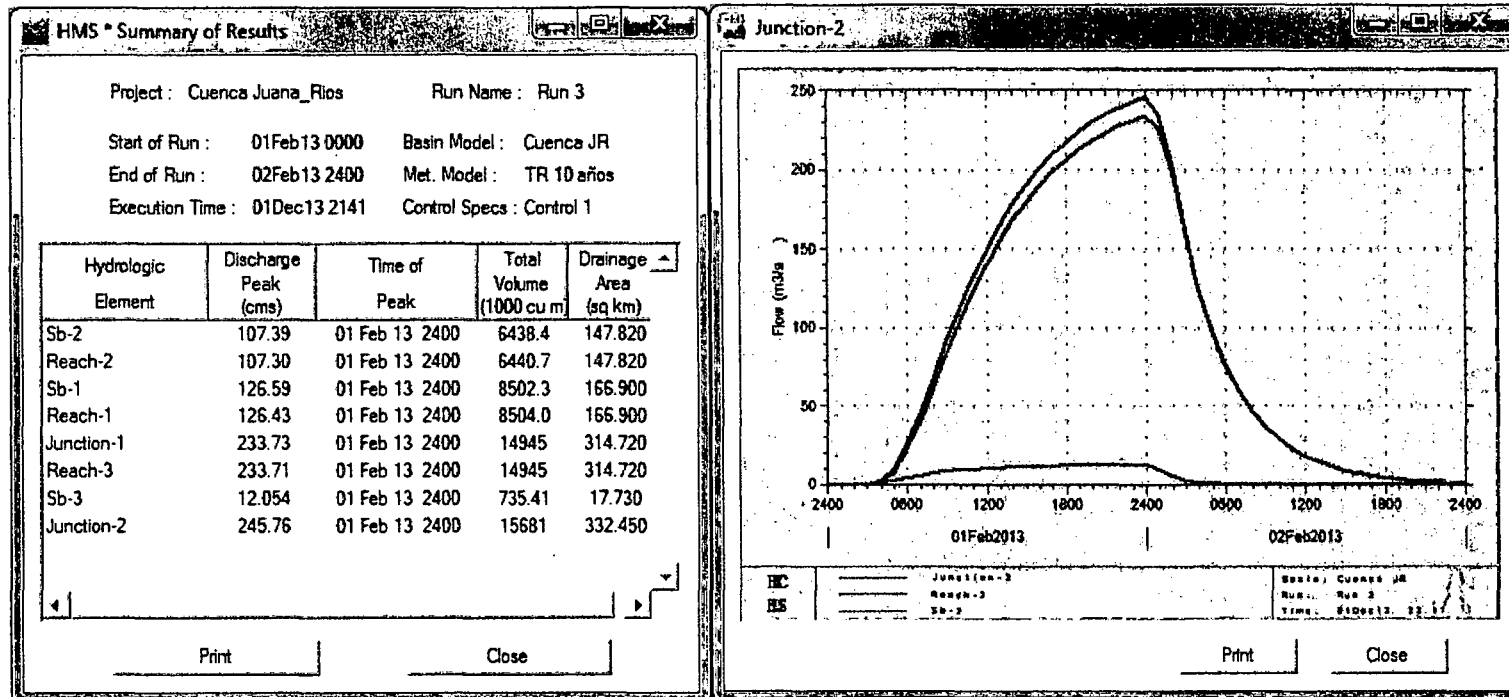


Fig. N° 44: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 25 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

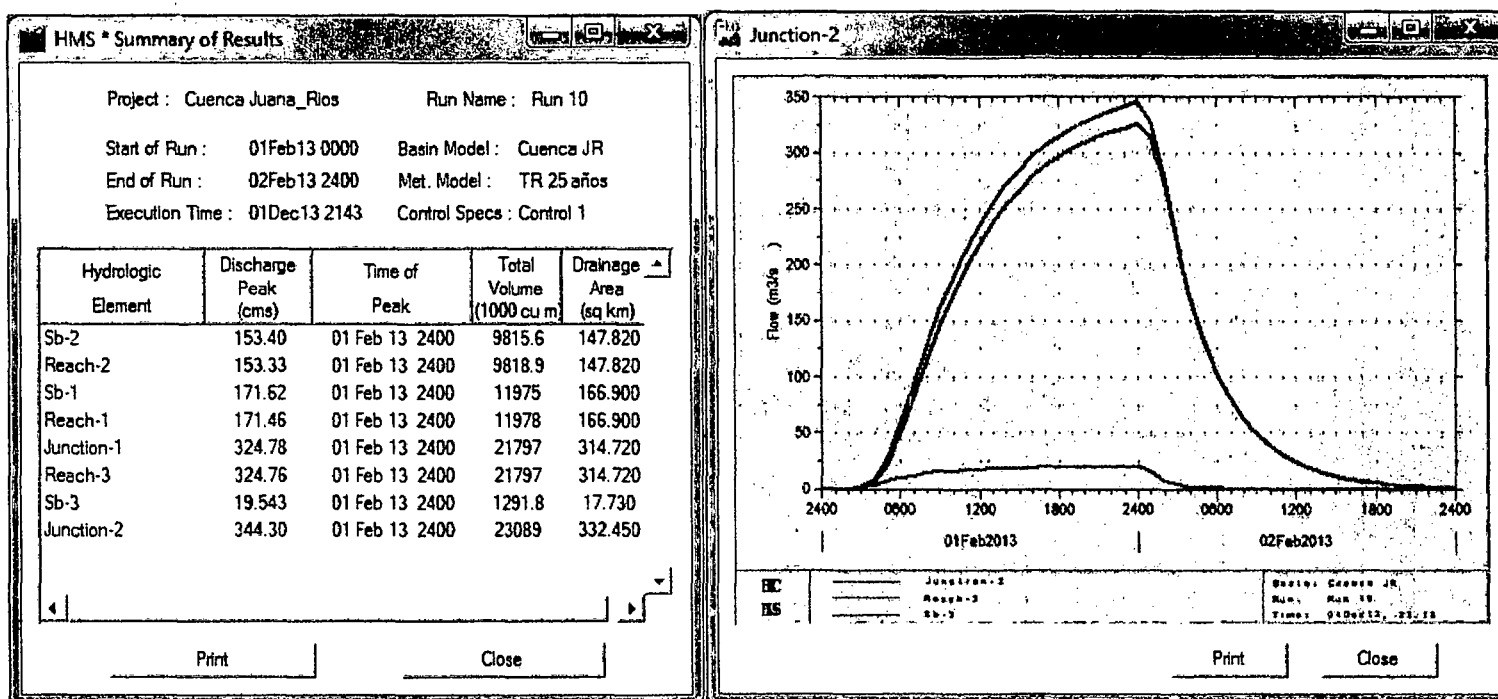


Fig. N° 45: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 50 años en Cuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

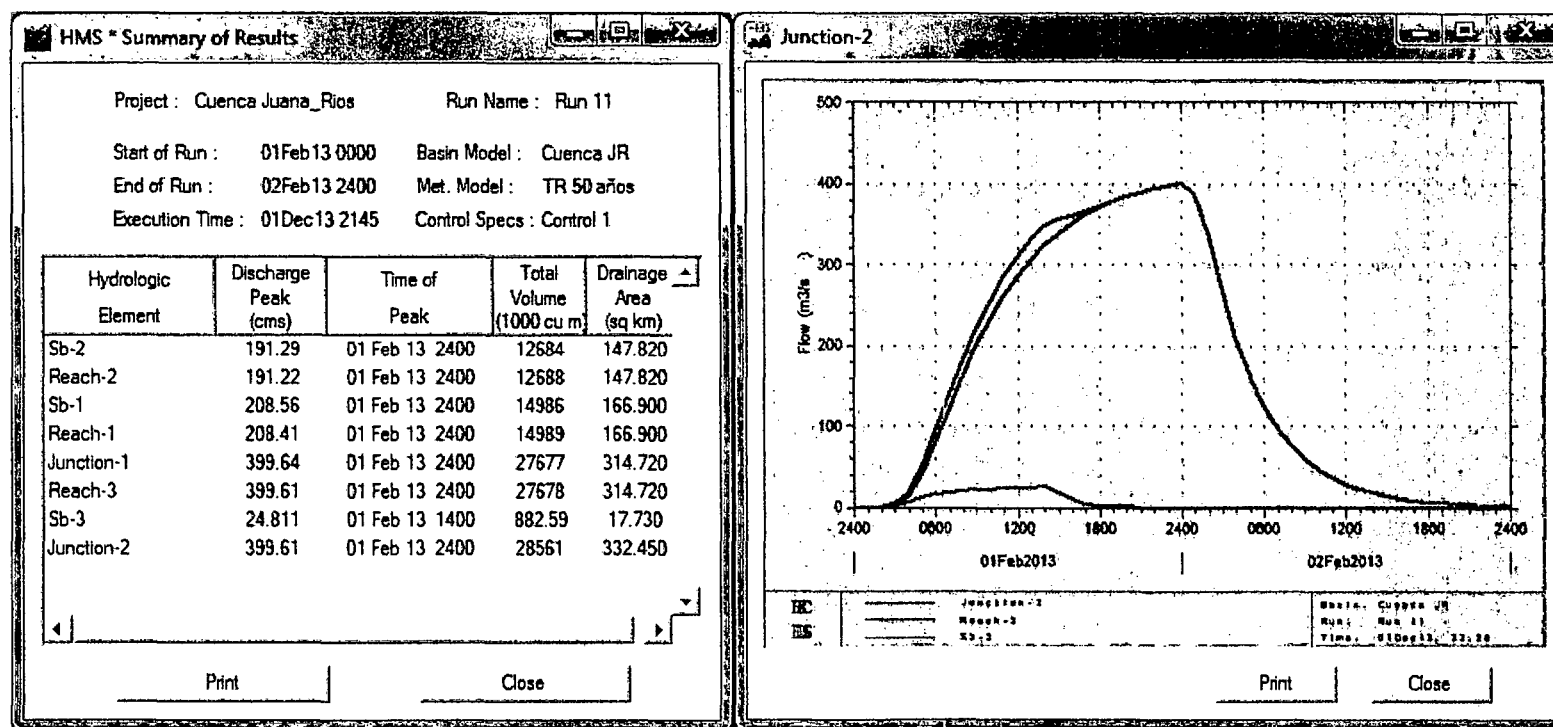


Fig. N° 46: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 100 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

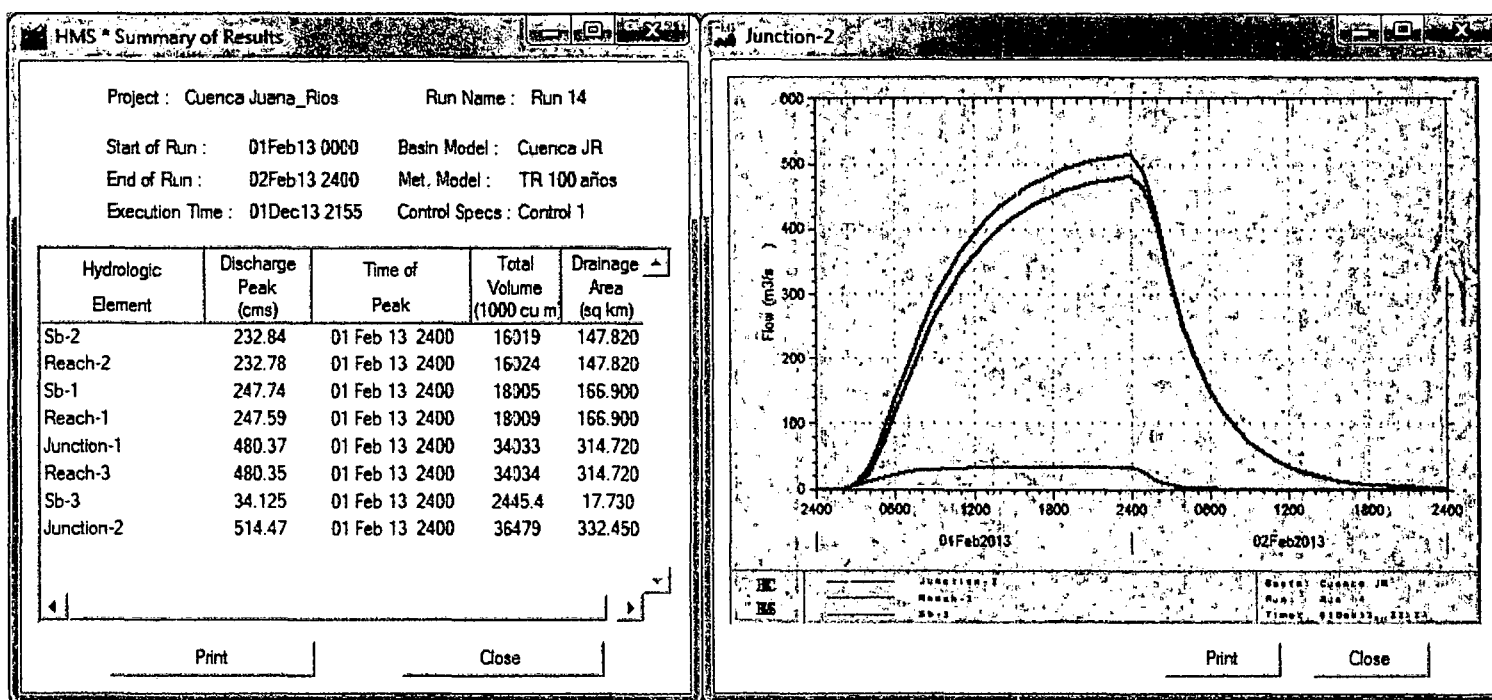


Fig. N° 47: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 200 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

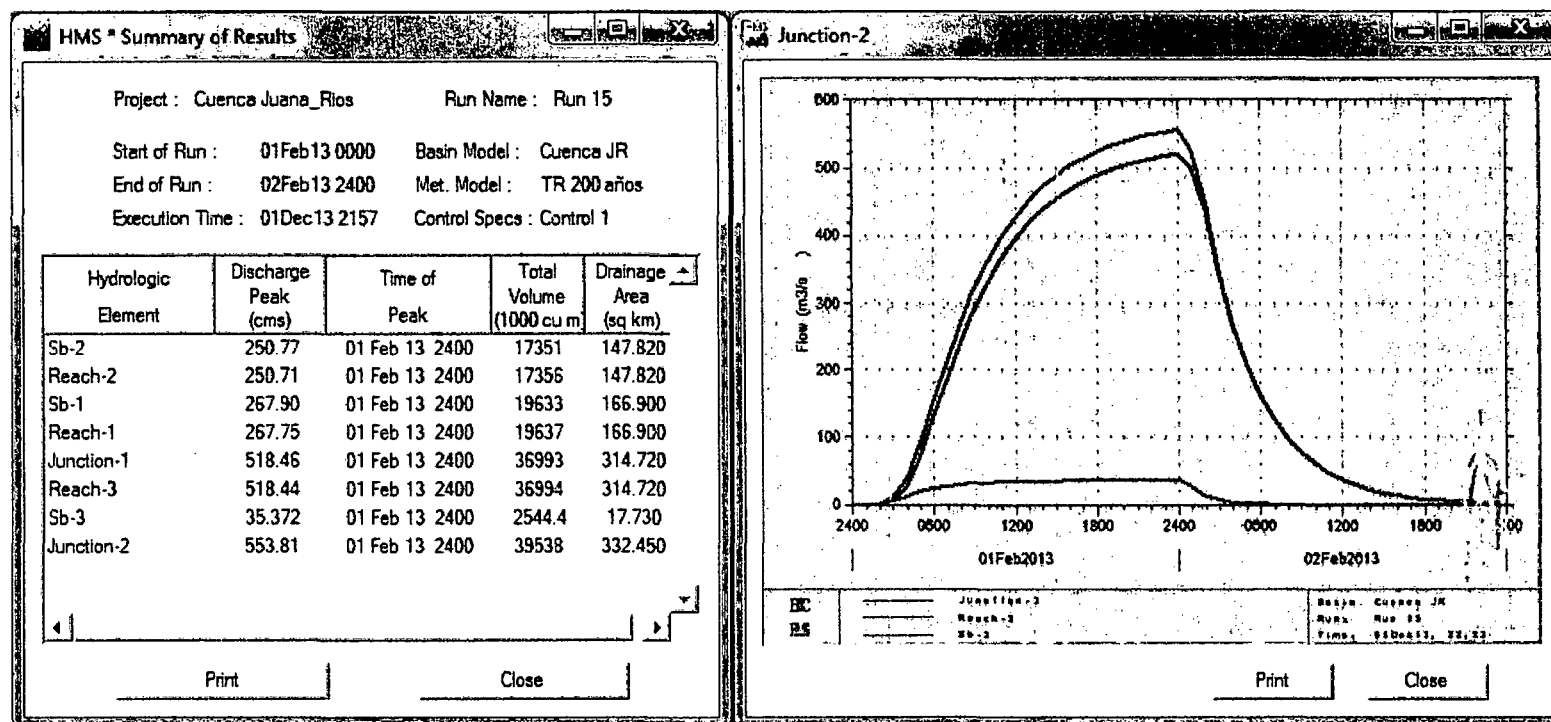


Fig. N° 48: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 500 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms

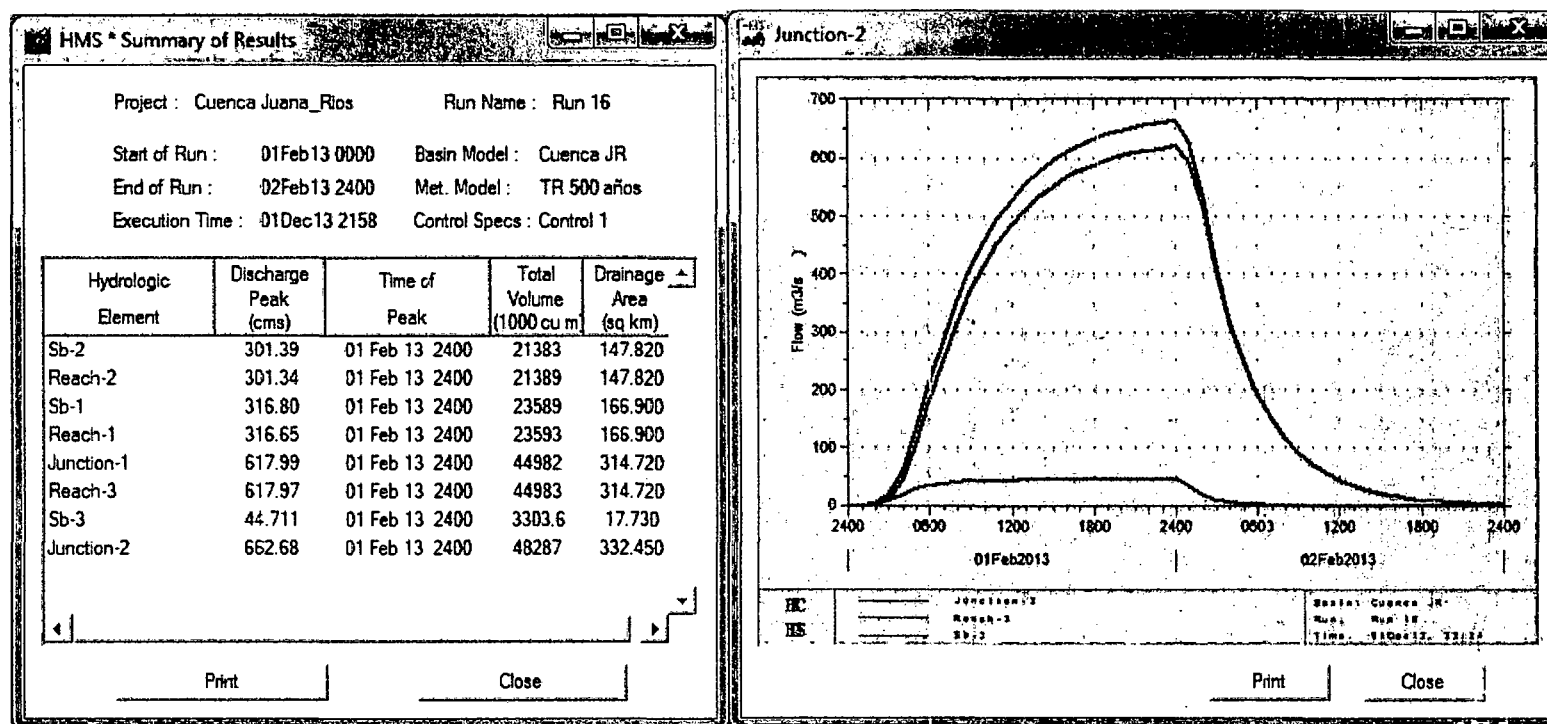
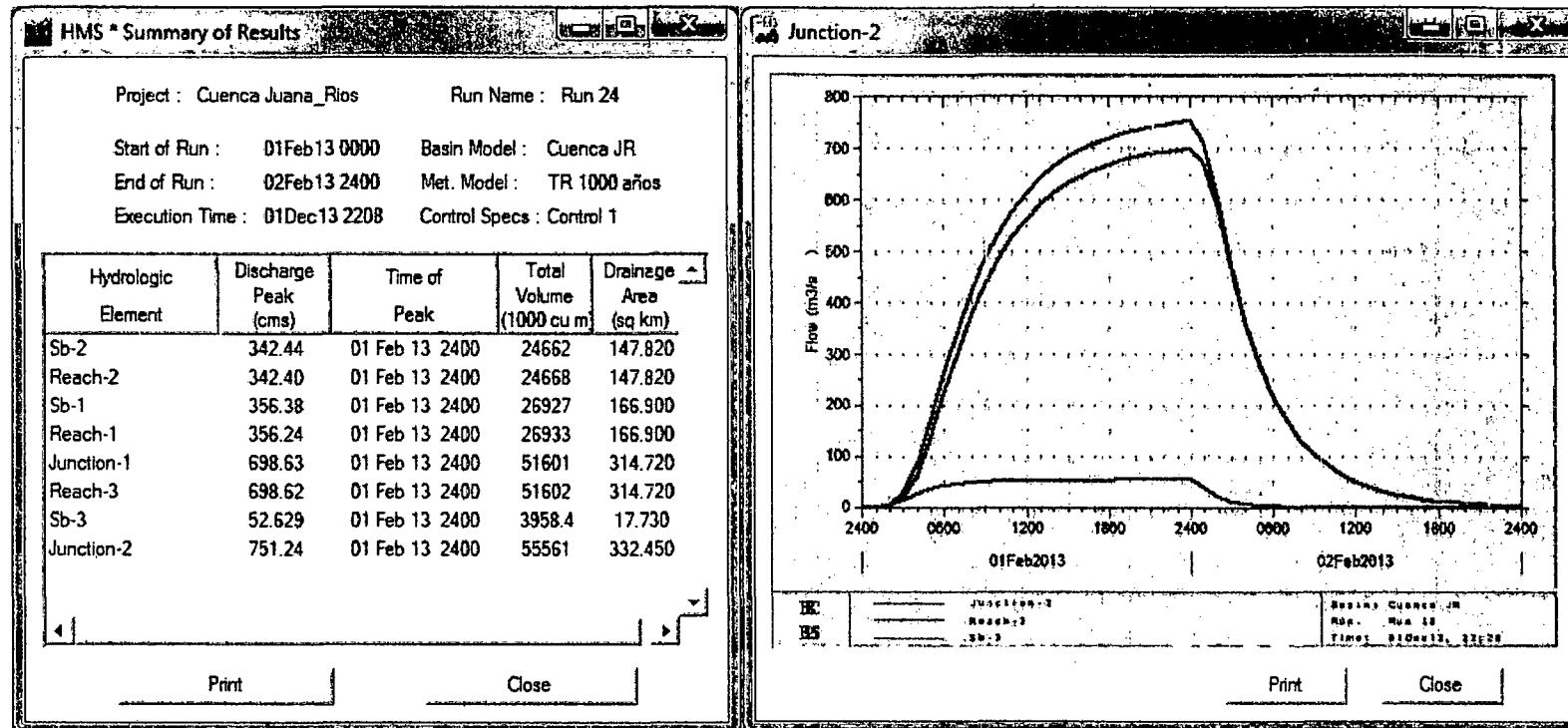


Fig. N° 49: Histogramas de salida y resultados en m^3/s para una avenida de 1000 años en Subcuenca Juana Ríos – Programa Hec-Hms



4.6 Determinación hipotética de inundación - CESEL S.A Ingenieros Consultores Año 199.

Según los resultados de este estudio de simulación hidráulica, si se presentara una avenida con un período de retorno de 10,000 años o rotura en la represa Tinajones, los límites de inundación aguas abajo hasta la desembocadura del río Reque en el Océano Pacífico, alcanzarían en el entorno circundante de este río y en su caso, en el de los ríos Lambayeque y Taymi, una área mínima de 6,517 ha y una área máxima de 17,102 ha, tal como se aprecia en el Plano N°13

Si el siniestro alcanza el nivel máximo de inundación (rotura de la presa), de acuerdo con la demarcación actual de la Provincia de Chiclayo, afectaría en diverso grado a 11 distritos: Chongoyape, Pátapo, Pucalá, Saña, Pomalca, Tuman, Chiclayo, Monsefú, Eten, Puerto Eten y Santa Rosa. Y los impactos que causaría sobre los principales componentes del macro ambiente antrópico serían los siguientes:

149,794 habitantes de 106 centros poblados serían afectados, 55 de éstos en forma directa y 51 indirectamente. De las 32,139 viviendas existentes en dichos centros poblados, 7,955 serían totalmente afectadas al igual que 550 equipamientos urbanos de servicios básicos de agua - desagüe, energía, comercio, recreación, educación, salud y administración local, así como los propios de las 7,955 casas afectadas.

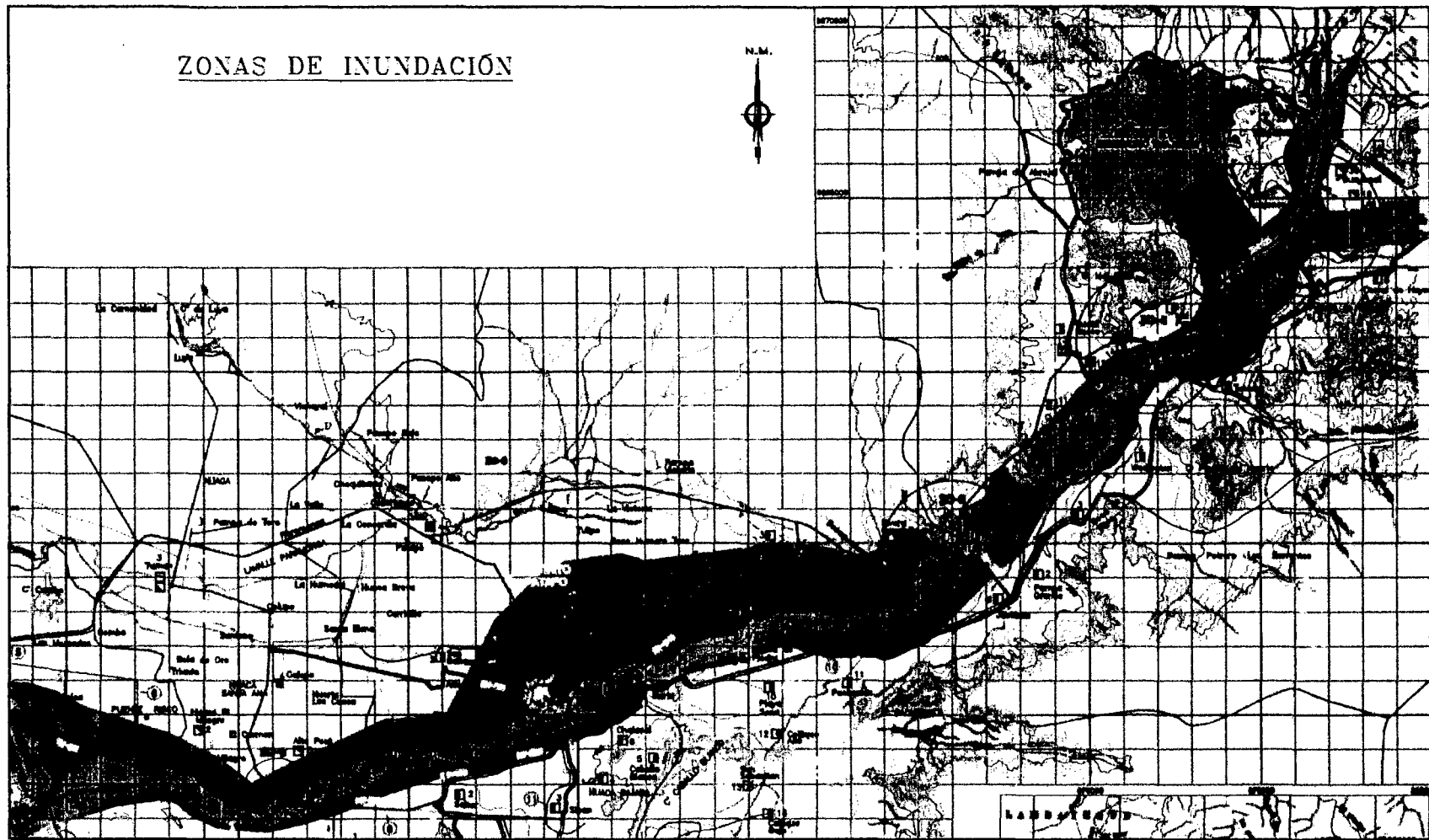
81 km de 19 rutas de la red vial instalada en el Valle Chancay - Lambayeque - Lambayeque quedarían totalmente afectados: 59 km vecinales, 15 km nacionales y 7 km departamentales, aparte de 5 puentes. Adicionalmente, quedarían afectados 88 km de vías férreas, que comunican vialmente a las cooperativas azucareras del Valle de Chancay - Lambayeque.

Por último, en lo que respecta a infraestructura hidráulica mayor y menor, en cuanto al sistema de riego del valle, quedarían afectadas: 2 represas, 8 tomas y bocatomas principales, así como 9 canales y acequias madres con una longitud total de 61.7 km; y, en lo que corresponde a las tierras cultivables, serían directamente afectadas un total de 15,300 ha lo que se estima

ocasionaría una pérdida en VBP equivalente a US\$ 37.3 millones.

Los costos estimados a valores de agosto 1999, de la rehabilitación y reconstrucción completa ascienden a S/. 301.1 millones de Soles (US \$ 46.7 millones) en reconstrucción del equipamiento urbano, US\$ 61.1 millones en la reconstrucción de viviendas, US\$ 7.8 millones en la rehabilitación de la red vial y ferroviaria, y US\$ 148.2 millones por la reconstrucción y rehabilitación del sistema de riego, incluyendo US\$ 37.3 millones por pérdida en la producción agrícola y agroindustrial.

Fig. N° 50: Zonas de inundación hipotética según el estudio de CESEL, de 1999



4.6.1 Propuestas para reducir el riesgo de inundaciones

En el año 2009, el PEOT planteó una propuesta técnica preliminar denominada "Plan de Desarrollo Hidráulico Regional", la misma que actualmente viene siendo desarrollada con mayor nivel de profundidad de estudios, y que comprende la implementación de cuatro líneas de intervención o programas, como son:

- Programa de regulación hídrica
- Programa de Prevención
- Programa de desarrollo agrícola
- Programa de Desarrollo hidroenergético

Este plan tiene dos objetivos principales, la gestión de los recursos hídricos y la reducción del riesgo de desastres por inundaciones y sequías.

Dentro del Programa de regulación hídrica, se considera la propuesta de construcción de 19 presas de embalse en los seis valles de la región Lambayeque, y para el caso específico del valle Chancay - Lambayeque, se plantea la implementación de los siguientes componentes de regulación:

1. Presa de embalse La Montería (77 MMC)
2. Presa de embalse Sicán (80 MMC)
3. Presas Majín y Palo Blanco (4 MMC cada una)
4. Ampliación de la presa Collique.

Con respecto a la presa de embalse La Montería, este proyecto ha sido ya elaborado a nivel de Perfil PIP, aprobado en julio del 2013, para una inversión en obras, que asciende a \$ 162 Millones de Dólares.

Con respecto a la presa Sicán, esta viene siendo comprendida dentro del denominado "Proyecto Hidráulico Sicán", el mismo que está siendo elaborado mediante servicio de consultoría para el PEOT, la inversión en obras para este proyecto, se estima en \$ 150 Millones de Dólares.

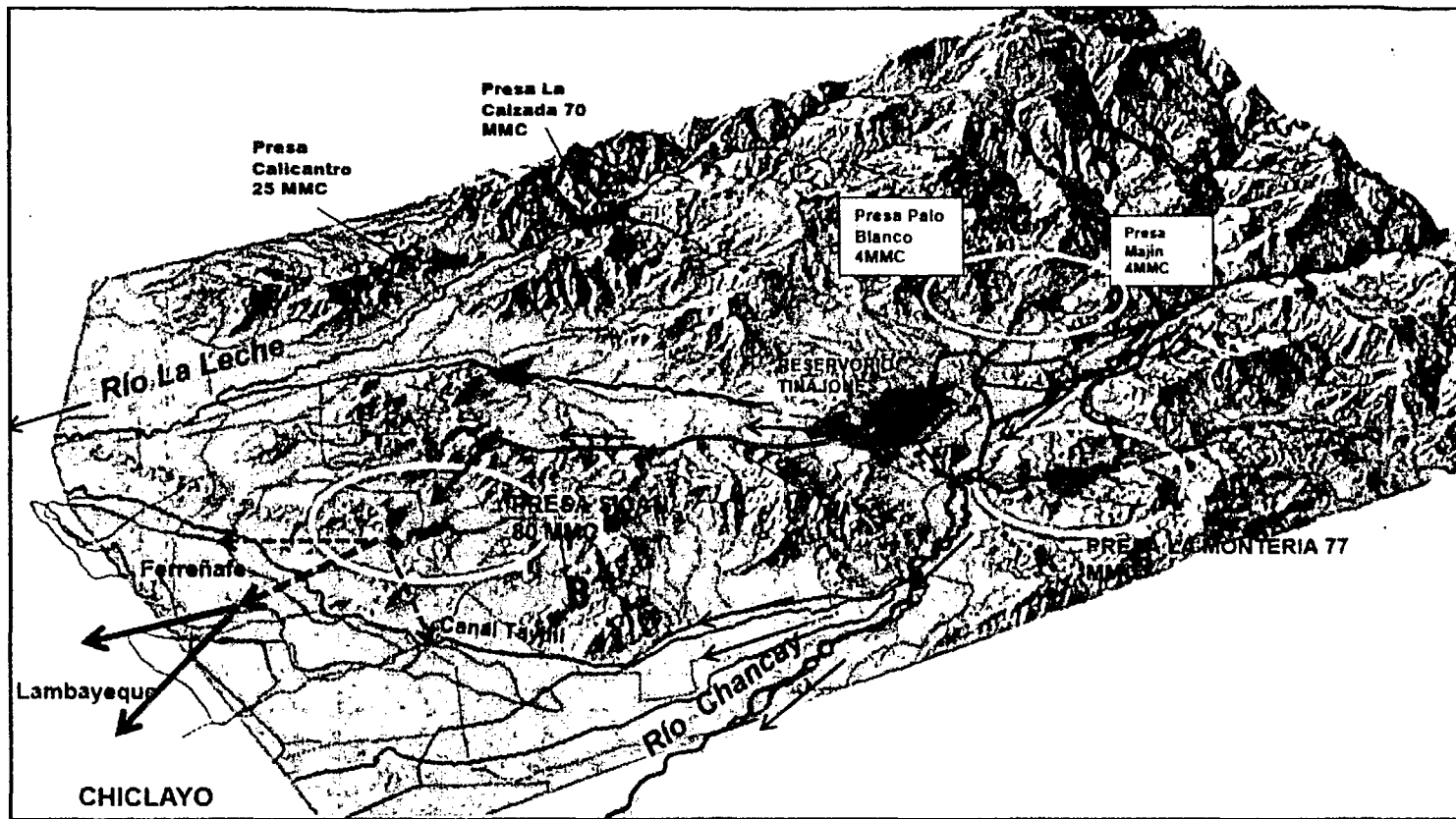
Con respecto a las presas Majín y Palo Blanco, los resultados del presente estudio (Tesis de grado), permitirán al PEOT, contar con la información hidrológica para proyectar preliminarmente dichos proyectos de embalse, cuyo objetivo es laminar las descargas de estos dos afluentes de la SubSubcuenca Juana Ríos, con lo cual se reducirán los caudales de avenida que se presentan en

el Río Chancay - Lambayeque, reduciéndose de esta manera, el riesgo de inundaciones en la parte baja del valle; así mismo, con el control de la SubSubcuenca Juana Ríos, se protegerá el Canal Alimentador del reservorio Tinajones, principal estructura de almacenamiento de agua de la región, así como — también, se protegerá la carretera que une Chiclayo con Chongoyape y con las ciudades de la sierra de Cajamarca. Otro beneficio adicional de estas dos pequeñas presas, es que el agua almacenada en las mismas, podrá utilizada para mejorar el riego en los sectores de Majín y Palo Blanco, de Chongoyape; por consiguiente el excedente de este almacenamiento, podrá ser transferido para ser almacenado en el reservorio Tinajones, en beneficio del valle.

En este estudio un caudal máximo aproximado de la Qda. Juana Ríos de $400 \text{ m}^3/\text{s}$ para un período de retorno de 50 años, en donde el aporte de la quebrada Majín es de $208.41 \text{ m}^3/\text{s}$ y de Palo Blanco, $191.22 \text{ m}^3/\text{s}$; los caudales determinados a diferentes períodos de retorno se observan en los cuadros N° 42 y 43. Esta propuesta tiene como propósito laminar el exceso de agua que provoca el fenómeno natural llamado El Niño, que en épocas de máximas avenidas afecta principalmente al Badén Juana Ríos, así como a la infraestructura hidráulica de Tinajones, a todo esto se le suma los desbordamientos y daños que provocan en diferentes áreas, una de ellas es la parte agrícola que se ve gravemente afectada.

Esta propuesta de la presa Majín y Palo Blanco sería una de las alternativas que podrían ayudar a controlar estos daños, es necesario llevar a cabo un estudio detallado de estos pequeños embalses que permitan determinar el volumen aproximado que pueden almacenar y el costo que podría invertirse en esta propuesta hidráulica.

Fig. N° 51: Propuesta para reducir riesgo de inundaciones

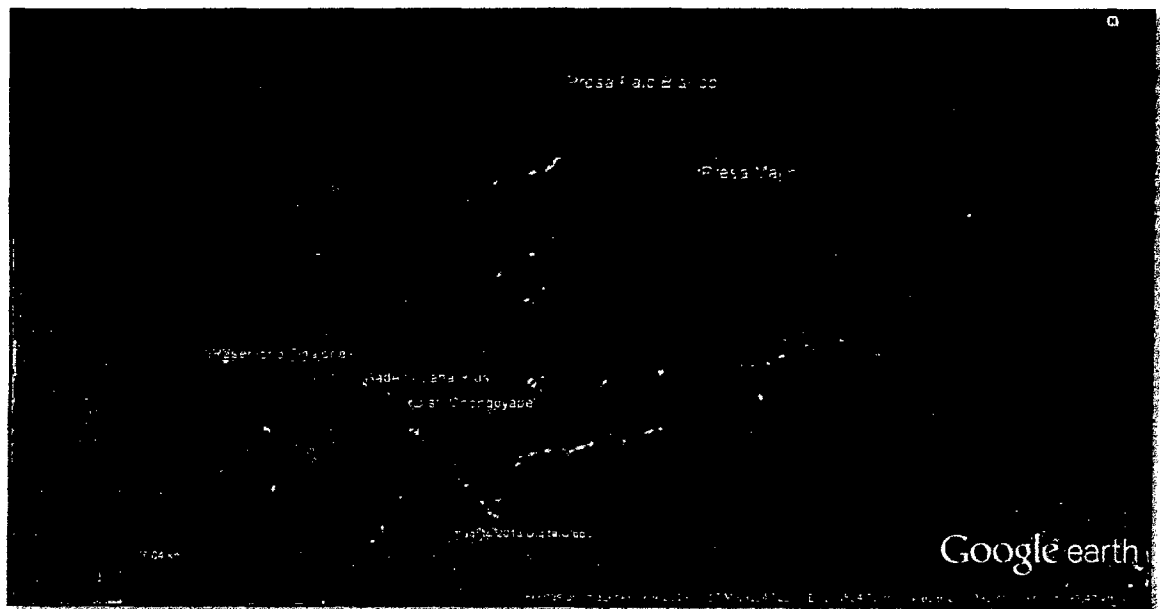


Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones – Gerencia de Desarrollo Tinajones

4.6.2 Alternativas de ubicación de Presa Majín y Palo Blanco

El análisis de la ubicación y volumen de la Presa Majín y Palo Blanco, han sido analizados gracias a la imagen satelital de Google Earth y el software Civil3D, donde se ha podido proyectar curvas de nivel de hasta 2m, con ayuda del software Civil 3D, se han podido determinar las áreas entre cada curva de nivel y así determinar un volumen estimado. Ver planos N°15 y N°16.

Fig. N° 52: Ubicación de Presa Majín y Palo Blanco, Imagen satelital Google Earth



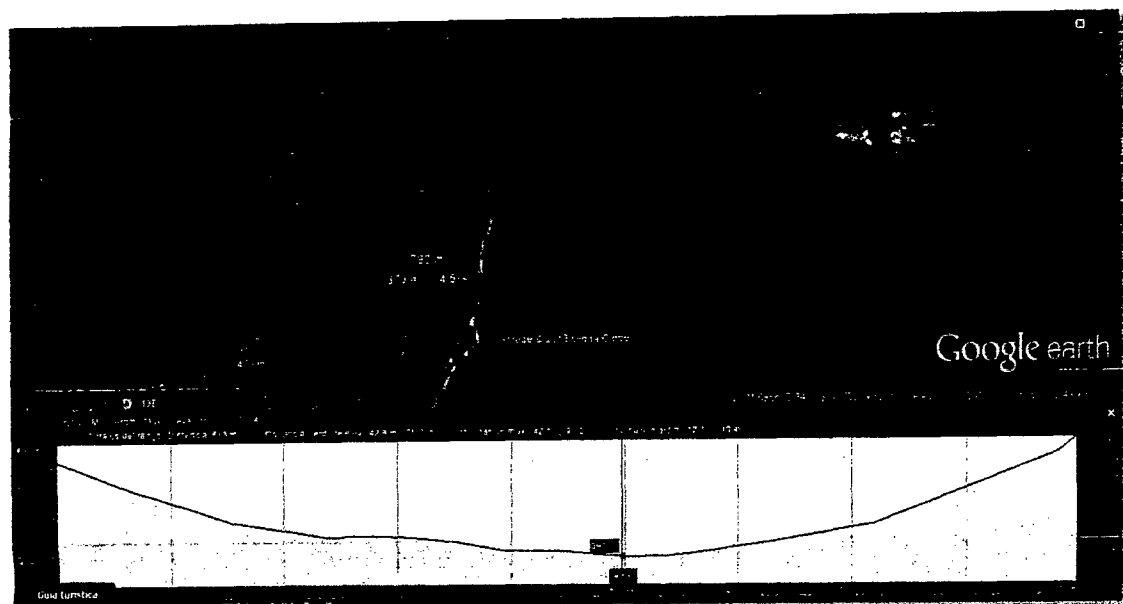
A) Presa Majín

La ubicación de la Presa Majín ha sido proyectada según la imagen satelital en las coordenadas N= 9273291 E=68670 y tiene por finalidad controlar las avenidas de la misma Quebrada Majin y así reducir el riesgo de desastres aguas abajo.

Por la Qda. Majin según el análisis de máximas avenidas puede tener un caudal para un período de retorno de 50 años de hasta 208 m³/s.

A continuación se muestra el perfil de elevación de la presa, se ha determinado una altura aproximada de 34m y una longitud de 600m.

Fig. N° 53: Perfil de elevación por el eje de la Presa Majín



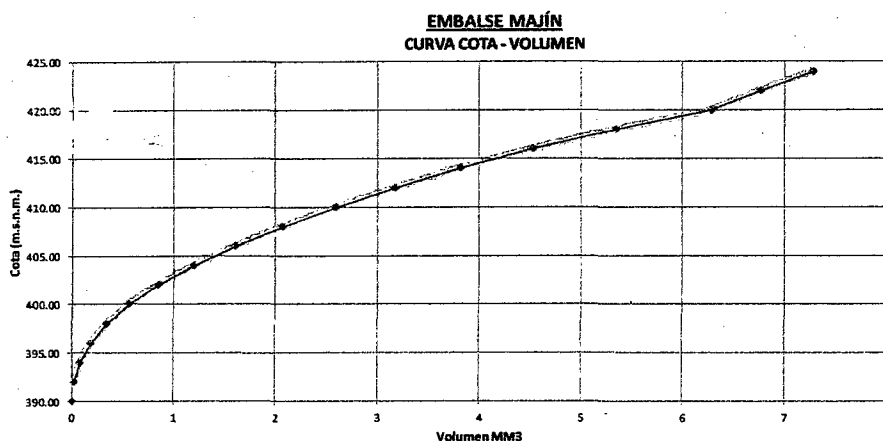
Mediante una hoja de cálculo Excel se ha determinado el Volumen que puede almacenar la presa proyectada.

Cuadro N° 49: Cota- volumen Presa Majín

COTA	DESNIVEL	AREA	PROMEDIO	VOLUMENES: M3	
(msnm)	m	(m2)		PARCIAL	TOTAL
390.00		3,631.54			
	2.00		10,219.66	20,439.31	20,439.31
392.00		16,807.77			
	2.00		28,162.65	56,325.29	76,764.60
394.00		39,517.52			
	2.00		53,493.99	106,987.97	183,752.57
396.00		67,470.45			
	2.00		80,904.95	161,809.90	345,562.47
398.00		94,339.45			
	2.00		108,958.55	217,917.10	563,479.57
400.00		123,577.65			
	2.00		139,960.25	279,320.50	842,800.07
402.00		155,742.85			
	2.00		172,938.19	345,876.37	1,188,676.44
404.00		190,133.52			
	2.00		205,148.75	410,297.49	1,598,973.93
406.00		220,163.97			
	2.00		233,887.68	467,775.36	2,066,749.29
408.00		247,611.39			
	2.00		261,217.76	522,435.51	2,589,184.80
410.00		274,824.12			
	2.00		289,367.92	578,735.84	3,167,920.64
412.00		303,911.72			
	2.00		320,976.21	641,952.41	3,809,873.05
414.00		338,040.69			
	2.00		357,113.06	714,226.12	4,524,099.17
416.00		376,185.43			
	2.00		413,188.50	826,377.00	5,350,476.17
418.00		416,890.90			
	2.00		466,827.93	933,655.85	6,284,132.02
420.00		450,191.57			
	2.00		241,732.14	483,464.28	6,767,596.30
422.00		483,464.28			
	2.00		259,941.28	519,882.56	7,287,478.86
424.00		519,882.56			

Fuente: Elaboración Propia

Fig. N° 54: Gráfico Curva cota Volumen – Embalse Majín



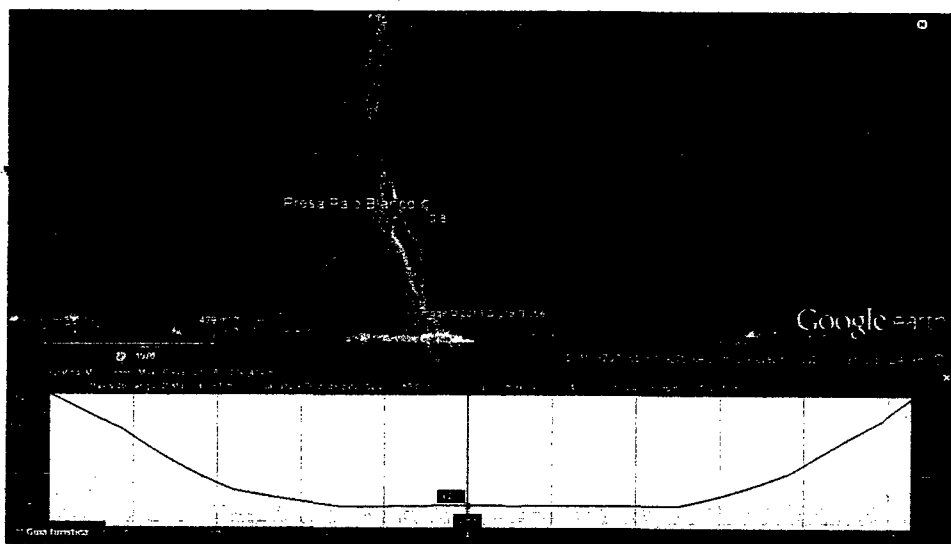
B) Presa Palo Blanco

La ubicación de la Presa Palo Blanco ha sido proyectada según la imagen satelital en las coordenadas N= 9275807 E=682670 y también tiene por finalidad controlar las avenidas de la misma Quebrada Palo Blanco y así reducir el riesgo de desastres aguas abajo.

Por la Qda Palo Blanco, según el análisis de máximas avenidas puede tener un caudal para un período de retorno de 50 años de hasta $190 \text{ m}^3/\text{s}$.

A continuación se muestra el perfil de elevación de la presa, se ha determinado una altura aproximada de 30m y una longitud de 620m.

Fig. N° 55: Perfil de elevación por el eje de la Presa Palo Blanco



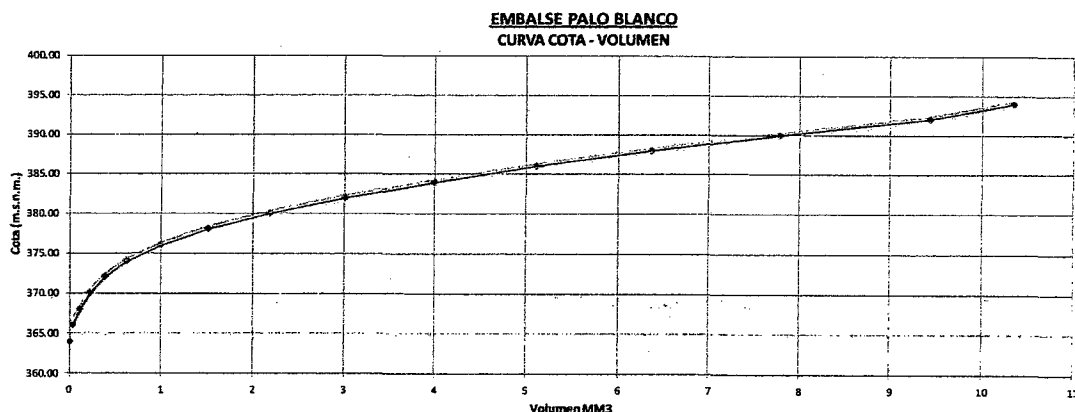
Mediante una hoja de cálculo Excel se ha determinado el Volumen que puede almacenar la presa proyectada.

Cuadro N° 50: Cota- volumen Presa Palo Blanco

COTA	DESNIVEL	AREA	PROMEDIO	VOLUMENES: M3	
(msnm)	m	(m2)		PARCIAL	TOTAL
364.00		8,427.00			
	2.00		17,594.82	35,189.63	35,189.63
366.00		26,762.63			
	2.00		35,996.26	71,992.51	107,182.14
368.00		45,229.88			
	2.00		55,834.88	111,669.76	218,851.90
370.00		66,439.88			
	2.00		79,894.51	159,789.01	378,640.91
372.00		93,349.13			
	2.00		119,840.13	239,680.26	618,321.17
374.00		146,331.13			
	2.00		185,594.45	371,188.90	989,510.07
376.00		224,857.77			
	2.00		261,289.27	522,578.54	1,512,088.61
378.00		297,720.77			
	2.00		337,826.21	675,652.41	2,187,741.02
380.00		377,931.64			
	2.00		415,445.81	830,891.61	3,018,632.63
382.00		452,959.97			
	2.00		486,873.87	973,747.73	3,992,380.36
384.00		520,787.76			
	2.00		555,356.92	1,110,713.83	5,103,094.19
386.00		589,926.07			
	2.00		629,209.10	1,258,418.20	6,361,512.39
388.00		668,492.13			
	2.00		708,363.65	1,416,727.29	7,778,239.68
390.00		748,235.16			
	2.00		825,898.96	1,651,797.92	9,430,037.60
392.00		826,330.79			
	2.00		451,781.38	903,562.76	10,333,600.36
394.00		903,562.76			

Fuente: Elaboración Propia

Fig. N° 56: Gráfico Curva cota- Volumen – Embalse Palo Blanco



4.7 Resultado de máximas avenidas Subcuenca Juana Ríos y el Río Chancay - Lambayeque

Los caudales determinados en el siguiente cuadro se han definido de la siguiente forma:

Después de haber desarrollado el análisis de máximas avenidas de la Subcuenca Juana Ríos y determinar su respectivo caudal para distintos períodos de retorno, se le ha sumado los caudales del análisis estadístico de la Estación Racarumi; tomando en consideración que la estación Racarumi no se encuentra en el punto de confluencia los caudales determinados se han multiplicado por un 15% más de excedencia para que en el tramo de confluencia tenga un resultado más aproximado concerniente al análisis del presente estudio.

Cuadro N° 51: Resultado final de avenida en Subcuenca Juana Ríos y el Río Chancay - Lambayeque

SECCIÓN	CAUDALES DE AVENIDAS POR PERÍODO DE RETORNO (m ³ /s)							
	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	200 Años	500 Años	1000 Años
CONFLUENCIA SUB CUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE	653	921	1068	1382	1836	2067	2428	2740

66

5 CONCLUSIONES

- La longitud total del curso principal es de 43 Km, resultando una pendiente media de 0.0825, y una área de drenaje de 332.30 Km².
- La Subcuenca Juana Ríos tiene un área de drenaje de 332.30 Km² hasta la confluencia con el Río Chancay - Lambayeque, de acuerdo a la clasificación de cuencas nuestra área de estudio se clasificaría en una cuenca intermedia pequeña de 250 a 500 Km².
- Con los registros de los caudales medios diarios, medidos en la estación hidrométrica Raca Rumi para el período 1914-2012, se obtuvieron los caudales medios mensuales, máximos y mínimos, donde el caudal máximo se observa en el mes de marzo con 465.13m³/s
- Se determinaron las precipitaciones máximas diarias para diversos períodos de retorno, teniendo en consideración la serie pluviométrica de las estaciones Toccoche, Tinajones Incahuasi, Llama. Querocotillo, Udimá, Puchaca y Huambos. Los resultados de muestran en los cuadros N° 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23.
- Del análisis estadístico sobre las precipitaciones máximas en 24 horas, las distribuciones y resultado que más se ajustan son las siguientes:

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	PERIODO DE RETORNO							
		5	10	25	50	100	200	500	1000
Puchaca	Gamma 2P Gamma 3P	70.40	94.41	124.98	147.54	169.74	191.61	220.01	240.93
Incahuasi	Log Normal 2P Log Normal 3P	52.44	70.66	103.00	136.21	152.54	183.48	230.71	271.79
Toccoche	Log Normal 3P Gamma 3P	62.00	77.31	96.10	109.77	123.20	136.49	154.00	167.20
Tinajones	Log Normal 2P Log Normal 3P Gamma 2P	42.66	64.48	99.67	131.81	169.34	175.31	220.33	258.56
Udimá	Log Normal 2P Gamma 3P	67.61	82.97	102.69	117.50	132.36	147.33	167.38	182.74
Llama	Log Normal 2P Gumbel	66.80	77.76	91.51	101.69	111.78	121.86	135.22	145.38
Huambos	Log Normal 3P Gamma 2P Gamma 3P	58.99	67.55	73.85	80.39	86.57	92.46	99.90	105.27
Querocotillo	Log Normal 3P Gamma 3P	56.94	63.75	71.60	76.99	82.06	86.87	92.89	97.20

- Del análisis estadístico sobre la estación Racarumi, las distribuciones y resultado que más se ajustan son las siguientes:

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MOMENTOS	DELTA TEÓRICO	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)							
				5	10	25	50	100	200	500	1000
RACARUMI	Normal	Ordinarios (1)	0.1895	456.01	558.35	667.45	737.91	801.27	859.28	929.52	978.80
		Lineales (2)	0.1651	396.40	467.55	543.40	592.38	636.44	676.75	725.80	759.85
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0448	350.80	455.17	600.83	718.84	844.63	978.93	1,170.60	1,327.03
		Lineales (4)	0.0454	348.73	451.08	593.48	703.52	830.91	961.34	1,145.13	1,289.48
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0375	350.14	472.42	656.07	814.29	990.71	1,187.24	1,480.50	1,729.82
		Lineales (6)	0.085	376.85	474.47	594.71	691.49	785.74	847.80	953.26	1,030.37
	Gamma 2P	Ordinarios (7)	0.2273	416.08	587.20	811.69	930.61	1,148.78	1,315.95	1,534.64	1,696.93
		Lineales (8)	0.1907	427.65	563.65	735.50	862.99	989.53	1,115.61	1,281.86	1,407.67
	Gumbel	Ordinarios (9)	0.0961	381.79	480.50	605.22	697.75	789.59	881.10	1,001.83	1,093.07
		Lineales (10)	0.07	326.37	451.35	714.45	928.28	1,263.75	1,879.70	2,870.38	3,952.65
	Log Gumbel	Lineales (11)	0.0729	330.78	472.71	742.20	1,037.20	1,445.68	2,013.17	3,115.48	4,333.65
ELECCIÓN = de 5-10 años (7), 25-50 años promedio (3y5), 100-1000 años (7)y 1000 años (5)				416.08	587.20	811.69	930.61	1,148.78	1,315.95	1,534.64	1,729.82

- Para la elaboración del estudio hidrológico, se utilizaron los programas siguientes:
- Software HIDROESTA, para definir la función estadística de mejor ajuste en la serie de la precipitación máxima de cada estación.
 - ARC-GIS, para determinar la fisiografía de la subcuenca.
 - Software HEC-HMS, para la construcción del modelo hidrológico y determinación de las máximas avenidas para diversos períodos de retorno.
 - Software AUTOCAD, entre otros.
- Se realizó el modelo hidrológico en la zona de estudio correspondiente a los períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1000 años, obteniéndose los caudales máximos de avenida, mediante el software HEC-HMS; los resultados se muestran en el cuadro siguiente. Previamente se analizó la información de la precipitación, parámetros fisiográficos de las cuencas e información del tipo y uso del suelo.

SECCIÓN	CAUDALES DE AVENIDAS POR PERÍODO DE RETORNO (m ³ /s)							
	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	200 Años	500 Años	1000 Años
BADEN JUANA RÍOS	169	234	325	400	480	519	618	699
SUBCUENCA JUANA RÍOS	175	246	345	400	515	554	663	751

- La Subcuenca Juana Ríos está influenciada por dos quebradas principales Majín y Palo Blanco, y una tercera Almendral, que han sido previamente analizadas, como se puede apreciar en los planos.

- Los modelos hidrológicos permiten aproximar los valores máximos y además se puede contar con el hidrograma de avenidas.
- Dentro del Programa de Regulación Hídrica, del PDH Regulación se considera la propuesta de construcción de 19 presas de embalse en los seis valles de la región Lambayeque, y para el caso específico del valle Chancay - Lambayeque , se plantea la implementación de los siguientes componentes de regulación:
 - Presa de embalse La Montería (77 MMC)
 - Presa de embalse Sicán (80 MMC)
 - Presas Majín y Palo Blanco (4 MMC cada una)
 - Ampliación de la presa Collique.

Las presas Majín y Palo Blanco, constituirían algunas de las alternativas para controlar las descargas de la Subcuenca Juana Ríos y reducir el riesgo de desastres por inundaciones en el Valle Chancay - Lambayeque.

6 RECOMENDACIONES

- Implementación de estaciones pluviométricas e hidrometeorológicas, asociadas a sistemas automáticos de registro de datos, para facilitar su uso en modelos de predicción.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad a las inundaciones, de la cuenca de la Subcuenca Juana Ríos, con el objeto facilitar la de toma decisiones en materia de prevención, así como para implementar las acciones de mitigación necesarias para reducir la vulnerabilidad.
- Para fines de diseño de obras de encauzamiento y de defensas ribereñas en la Subcuenca Juana Ríos, se recomienda utilizar el caudal máximo correspondiente al período de retorno de 50 años, y que equivale a un caudal de $400 \text{ m}^3/\text{s}$, hasta la sección de control del Badén Juana Ríos.
- Utilizar los valores de caudales máximos, con diferentes períodos de retorno obtenidos en el presente estudio, para plantear y evaluar los proyectos de laminación de avenidas (presas de embalse) para las quebradas Majín y Palo Blanco, tributarias de la Subcuenca Juana Ríos, con fines de reducción del riesgo de desastres por inundaciones.
- Se recomienda hacer un estudio de preinversión sobre la Subcuenca Juana Ríos considerando las alternativas de la Presa Majín y Palo Blanco.

7 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1) ARTURO, ROCHA FELICES. "Hidráulica Fluvial", Instituto de la Construcción y Gerencia ICG. 1era edic. 2009. Lima-Perú.
- 2) SIMON, ANDREW. "Hidráulica Básica". Editorial Limusa. 1era edic, 2da reimpresión. 1993. México D.F – México.
- 3) ALIAGA ARAUJO, SEGUNDO. "Tratamiento de datos hidrometeorológicos". UNMSM. 1983. Lima – Perú.
- 4) CAMPOS ARANDA, DANIEL F. "Procesos del Ciclo Hidrológico". Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. 1998. México.
- 5) DAL-RÉ TENREIRO, RAFAEL, "Pequeños embalses de usos agrícola", Edición Mundi – Prensa . 2003. España –Madrid.
- 6) BATEMAN PINZON ALLEN, "Modelización Integral de Cuencas y Transportes de Sedimentos". Universidad Politécnica de Cataluña. 2008. España – Madrid.
- 7) WENDOR CHEREQUE MORAN. "Hidrología", Pontificia Universidad Católica, CONCYTEC, Lima-Perú.
- 8) "Estudio hidrológico y determinación de los límites de inundación aguas abajo" – INADE – Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Olmos Tinajones, CESEL S.A Ingenieros Consultores; Lima – Octubre de 1999.
- 9) Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil del Proyecto: "Instalación de la Presa del Embalse la Montería y obras conexas en el distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque", parte: estudios hidrológicos. Gerencia de Desarrollo Tinajones, Lambayeque - Julio de 2012.

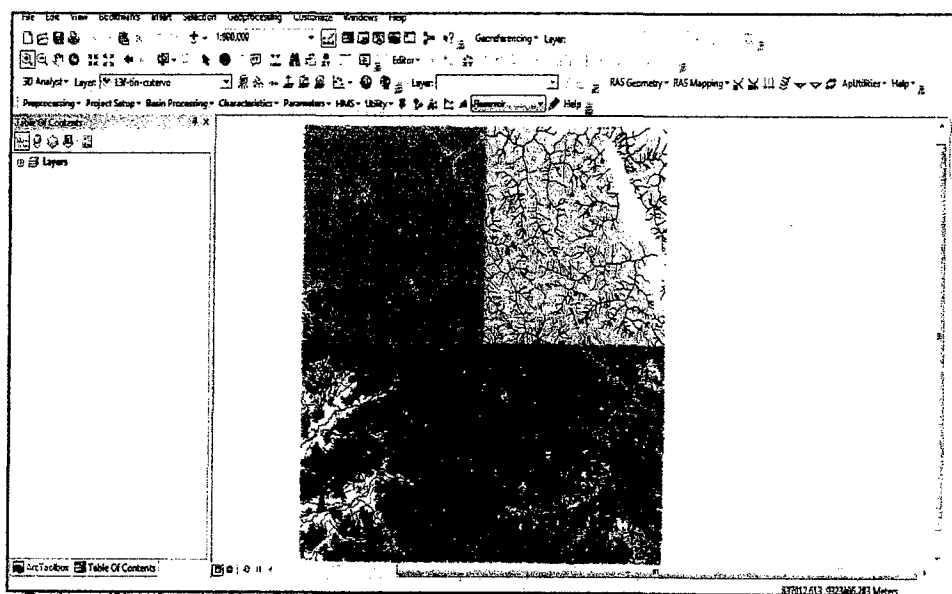
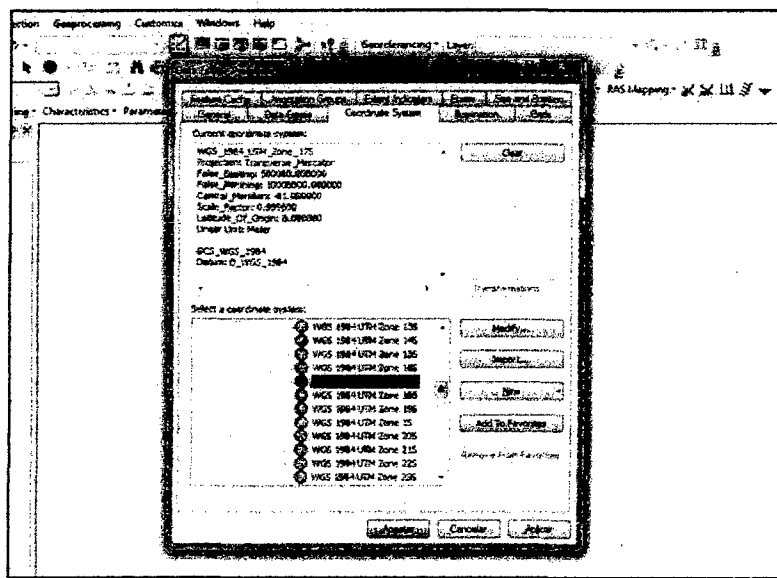
- 10) "Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico - cuencas de la costa norte". Ministerio de Agricultura Autoridad Nacional Del Agua Dirección De Conservación Y Planeamiento De Recursos Hídricos. Lima – Diciembre de 2010.
- 11) "Programa de Control de Inundaciones en Los Ríos La Leche y Chancay - Lambayeque", Gobierno Regional de Lambayeque Proyecto Especial Olmos Tinajones, Chiclayo – Julio de 2008.
- 12) "Formulación de los Planes Participativos de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca Chancay - Lambayeque-Lambayeque". Diagnóstico Consolidado Tomo-I, TYPISA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Chiclayo, 2012.

ANEXO I

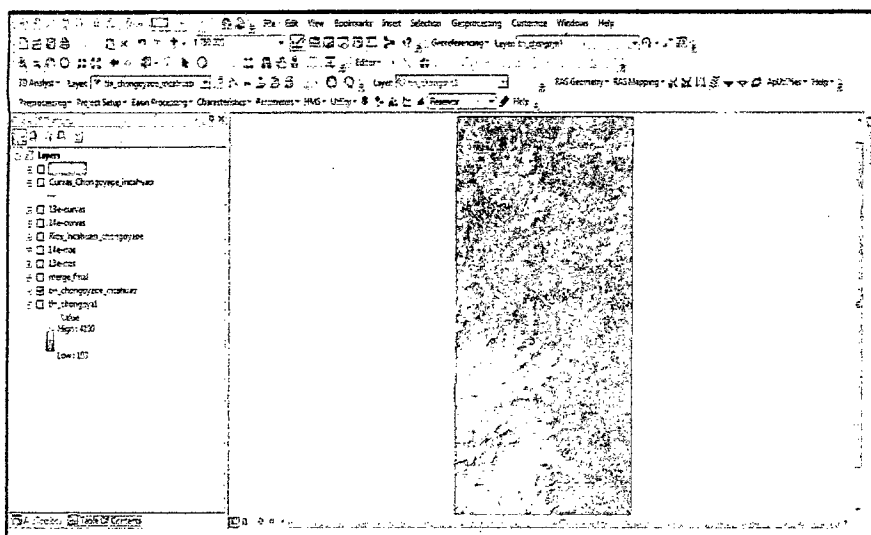
DELIMITACIÓN DE SUBCUENCA

Proceso elaborado con el uso de software Arcgis 10.1

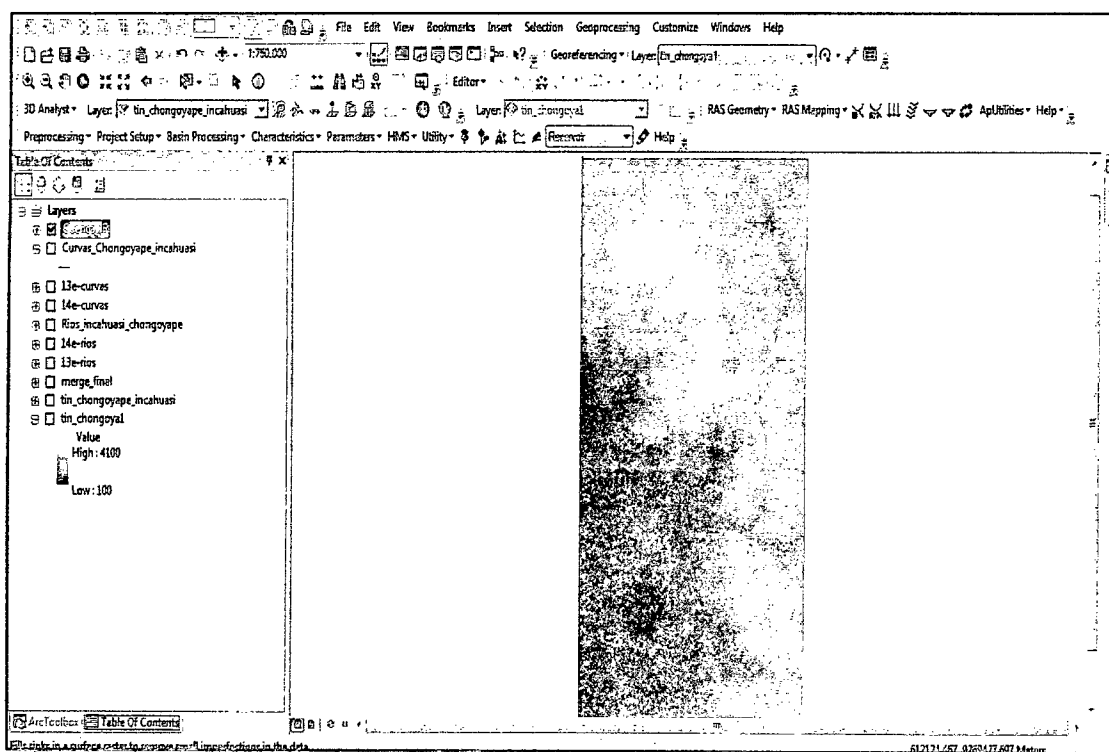
Paso 1) Configurar la hoja o plantilla del programa a las coordenadas UTM WGS84 - Zona 17S y luego agregamos los Shapes de la Carta Nacional en este caso las hojas 13-e, 13-f, 14-d, 14-f y 14-e.



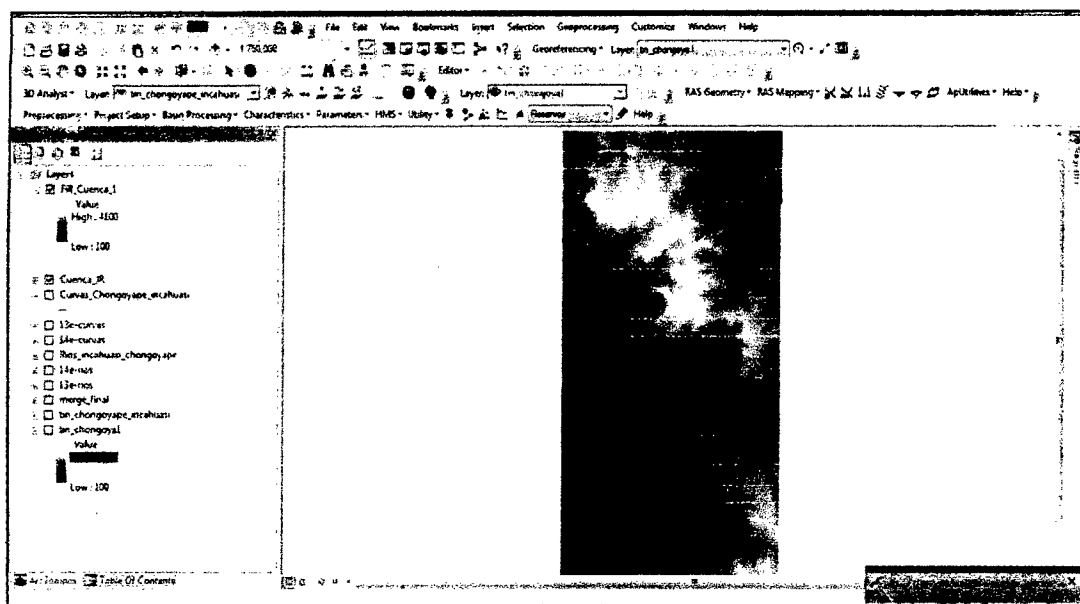
Paso2) Creamos el TIN, en Arc Toolbox – 3D Analysts Tools – Tin Management – Create Tin.



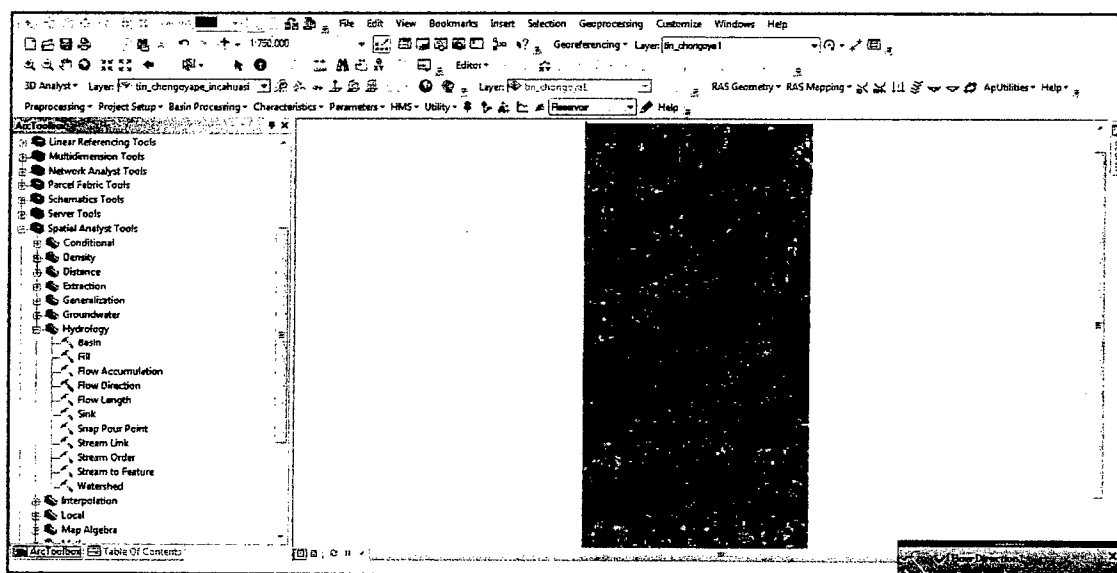
Paso 3) Luego Convertimos a Raster, desde 3D Analysts, de Tin a Raster



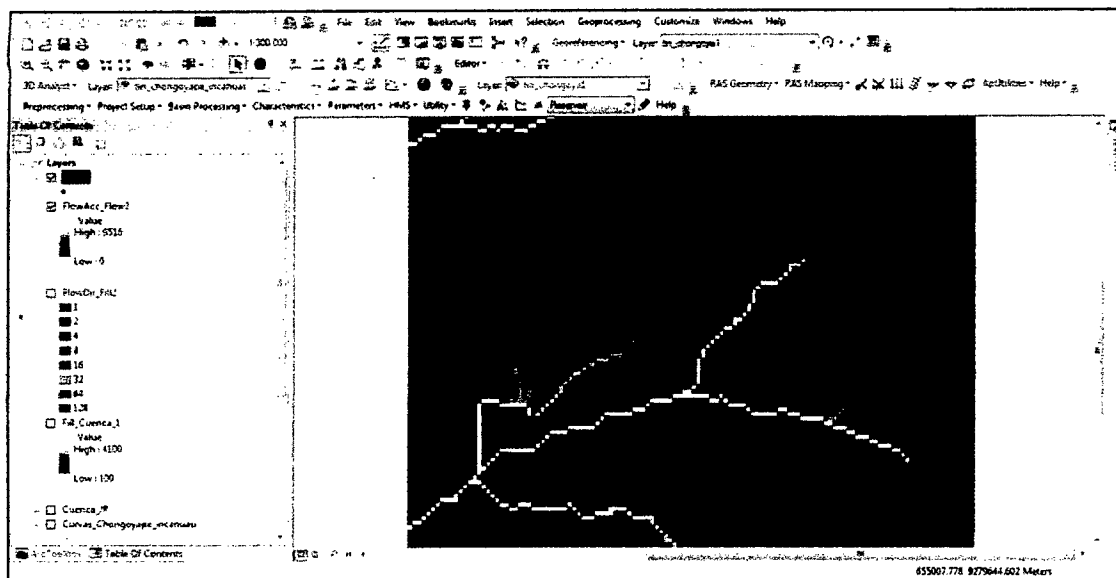
Paso 4) Luego Borramos Algunas imperfecciones con Spatial Analyst Tools, Fill.



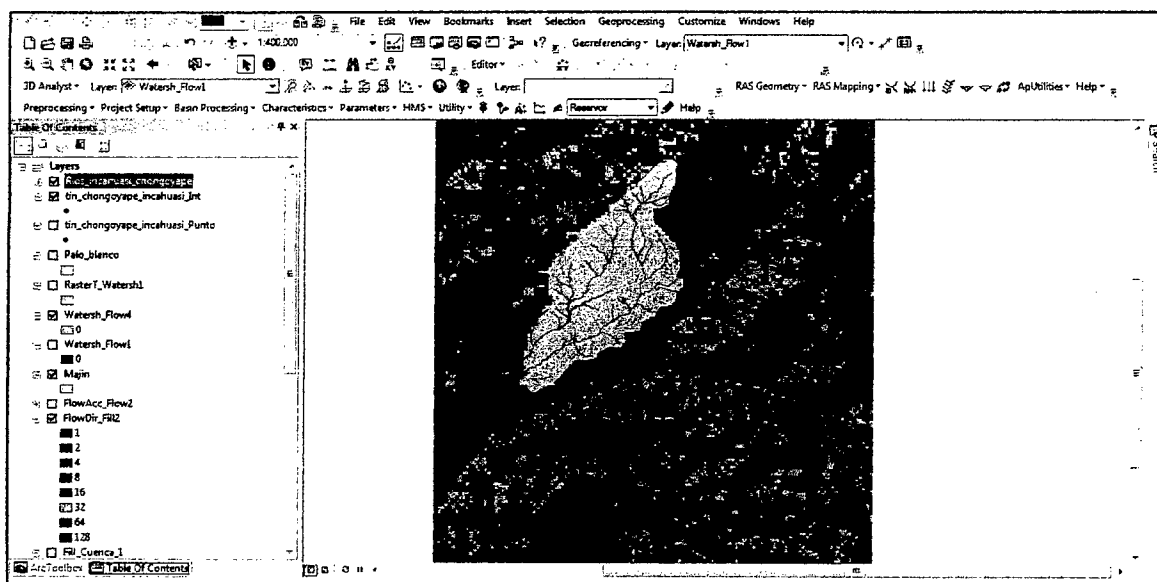
Paso 5) Luego se Proyecta las Direcciones de Flujo, Flow Direction

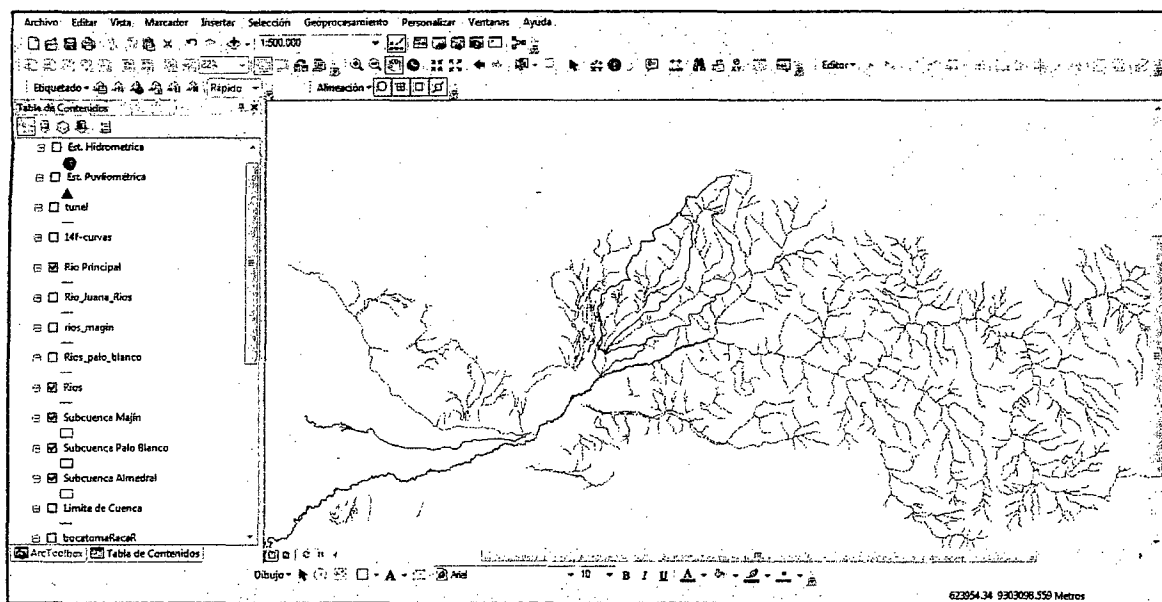


Paso 6) Luego Proyectar como se acumula el Flujo Hidrológico, Flow Accumulation y determinamos el punto de confluencia.



Paso 7) Luego Delimitamos la cuenca, Spatial Analytis Tools, Hidrology, Watershed





ANEXO II

INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

PERIODO: 1964-2012
ESTACIÓN: LLAMA
CÓDIGO: CO-341/DRE-02

LAT.: 06° 30' 52"
LONG.: 79° 07' 21"
ALT.: 2133.5 msnm

DPTO.: CAJAMARCA
PROV.: CHOTA
DIST.: LLAMA

PRECIPITACIÓN (mm) MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1964	31.30	12.70	47.00	30.00	2.10	10.00	0.00	8.10	8.00	SD	10.00	SD	47.00
1965	11.60	30.00	50.80	60.00	16.60	0.00	0.00	0.00	6.00	8.00	29.00	20.90	60.00
1966	10.30	10.00	38.30	10.70	0.00	2.50	0.00	S/D	S/D	6.00	10.00	3.00	38.30
1967	31.20	33.10	30.80	3.80	7.10	0.00	0.00	1.40	7.50	26.00	4.40	3.30	33.10
1968	9.30	13.50	16.70	10.00	1.60	1.40	3.40	3.60	38.30	16.00	15.30	11.00	38.30
1969	32.90	13.30	52.20	20.60	7.20	15.20	0.00	7.30	5.00	5.10	11.10	10.30	52.20
1970	21.70	26.00	65.90	10.10	25.00	10.10	2.70	9.50	5.70	33.60	14.40	18.30	65.90
1971	17.40	22.00	60.90	26.40	17.60	17.80	10.40	15.50	3.90	26.70	28.70	37.80	60.90
1972	15.90	52.90	72.00	39.90	3.40	5.30	1.00	9.10	10.70	11.50	9.40	33.70	72.00
1973	12.40	69.50	80.50	76.00	11.00	5.40	7.40	4.70	20.00	4.30	6.50	12.00	80.50
1974	70.70	15.20	34.80	9.40	6.00	7.00	0.70	11.90	15.50	13.90	15.00	5.90	70.70
1975	14.00	37.40	45.90	19.70	10.20	7.80	6.20	20.50	22.40	6.70	15.10	SD	45.90
1976	63.30	35.90	19.50	35.40	9.50	2.90	0.00	0.00	0.00	1.40	3.00	6.80	63.30
1977	65.20	39.20	7.00	30.70	0.90	0.00	0.00	0.00	23.00	5.10	23.80	3.00	65.20
1978	5.10	10.60	20.00	21.00	15.90	2.90	2.40	3.10	13.70	1.80	36.60	11.50	36.60
1979	19.60	15.20	39.20	8.50	18.10	4.50	1.50	6.90	10.90	2.00	5.90	4.60	39.20
1980	9.00	10.00	28.30	31.30	21.20	0.00	0.00	0.90	4.50	13.00	7.40	19.50	31.30
1981	24.00	38.50	40.90	34.90	2.40	3.00	14.50	13.40	2.10	11.10	14.00	3.60	40.90
1982	7.30	20.80	13.70	25.80	5.00	0.00	0.00	0.00	9.20	7.90	7.20	27.40	27.40
1983	28.70	31.30	69.30	66.30	78.40	7.40	0.80	1.70	1.60	10.30	3.80	14.80	78.40
1984	17.30	33.20	SD	18.60	10.60	4.50	16.50	8.40	7.50	22.60	16.30	4.70	33.20
1985	12.10	50.60	10.70	24.20	13.10	0.20	2.70	8.30	10.80	9.70	5.60	11.00	50.60
1986	18.10	32.30	19.10	40.30	5.50	0.00	1.60	13.10	8.30	14.60	13.20	16.90	40.30
1987	58.10	80.50	100.20	SD	4.60	0.00	13.20	12.40	14.50	14.50	7.60	5.70	100.20
1988	22.30	23.00	9.30	32.70	21.00	13.50	7.00	6.10	3.20	17.20	36.00	SD	36.00
1989	21.30	29.80	39.50	29.10	6.50	22.50	0.00	9.00	8.30	14.60	4.40	2.40	39.50
1990	0.00	21.40	25.50	10.90	2.40	4.00	0.00	0.00	1.60	27.40	17.50	2.20	27.40
1991	0.00	18.60	36.50	9.80	5.20	0.00	9.80	0.00	2.80	5.70	12.50	3.40	36.50
1992	26.20	14.00	50.60	47.00	60.30	0.00	0.00	0.00	5.00	5.30	11.30	19.80	60.30
1997	7.90	23.70	63.40	29.30	2.20	0.00	21.20	0.00	6.60	5.10	15.80	81.80	81.80
1998	90.30	85.00	40.30	53.00	23.20	17.20	0.00	1.10	13.00	6.80	4.50	11.70	90.30
1999	10.20	41.60	38.80	30.00	30.60	26.40	7.20	1.90	17.40	3.30	2.40	22.80	41.60
2000	19.10	28.00	58.90	38.70	33.80	6.20	0.00	22.50	10.00	0.70	8.70	18.90	58.90
2001	25.00	43.10	67.20	31.30	5.50	1.90	0.80	0.00	13.10	3.60	15.00	14.70	67.20
2004	13.60	28.00	33.90	15.30	10.80	0.40	13.70	0.00	18.50	14.60	14.70	12.70	33.90
2005	12.60	28.10	55.30	8.80	2.30	4.70	0.00	0.00	3.30	27.00	11.60	19.70	55.30
2006	25.30	27.90	59.70	14.70	9.30	12.50	4.50	0.40	2.30	0.90	12.00	2.00	59.70
2007	13.50	17.10	40.30	19.80	24.20	0.00	0.80	4.10	2.60	20.80	18.50	1.90	40.30
2008	44.80	62.30	43.00	68.80	7.30	6.10	4.90	3.80	16.00	19.20	25.30	7.00	68.80
2009	28.00	26.50	97.90	23.50	27.10	14.60	0.50	4.30	0.70	11.80	45.90	20.40	97.90
2010	19.80	45.80	58.50	74.20	18.10	15.80	3.20	3.20	2.40	15.80	12.80	15.20	74.20
2011	13.70	39.10	14.50	46.70	6.00	5.10	8.00	2.40	14.00	16.90	5.40	23.00	46.70
2012	14.70	44.90	44.80	36.80	24.50	0.60	SD	SD	13.00	12.10	18.00	12.90	44.90
N° DATOS	43.00	43.00	42.00	42.00	43.00	43.00	42.00	41.00	42.00	42.00	43.00	40.00	43.00
MEDIA	23.60	32.13	43.85	30.33	14.26	6.03	3.97	5.33	9.59	11.87	14.06	14.46	54.25
DESV.STD	19.19	17.68	22.17	18.46	15.12	6.69	5.32	5.77	7.53	8.23	9.50	13.89	18.93
MIN	0.00	10.00	7.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	2.40	1.90	27.40
MAX	90.30	85.00	100.20	76.00	78.40	26.40	21.20	22.50	38.30	33.60	45.90	81.80	100.20
MEDIANA	18.10	28.10	40.60	29.20	9.50	4.50	1.25	3.60	8.15	11.30	12.50	11.85	50.60

Fuente: Senamhi

PERIODO: 1964-2012
ESTACIÓN HUAMBOS
CÓDIGO: CO-343/DRE-02

LAT.: 06° 27'
LONG.: 78° 58'
ALT.: 2200 msnm

DPTO.: CAJAMARCA
PROV.: CHOTA
DIST.: HUAMBOS

PRECIPITACIÓN (mm)
MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1964	42.00	16.00	30.00	27.00	13.00	0.20	0.00	20.00	16.00	27.00	17.00	17.00	42.00
1965	16.00	25.00	35.00	20.00	17.00	18.00	13.00	0.00	14.00	26.00	46.00	25.00	46.00
1966	5.00	6.00	40.00	40.00	18.00	1.40	7.10	8.00	30.00	32.00	18.60	8.20	40.00
1967	56.90	33.20	13.00	9.50	14.50	5.00	10.50	9.00	18.50	44.50	10.00	11.90	56.90
1968	7.50	6.50	13.00	14.00	15.50	8.00	6.00	41.50	35.00	15.00	7.00	7.00	41.50
1969	25.00	11.00	29.00	35.00	7.50	20.00	7.00	8.00	17.50	37.00	25.00	13.00	37.00
1970	34.00	16.00	11.00	15.50	45.50	8.00	5.00	7.00	19.00	37.00	17.00	18.00	45.50
1971	29.00	43.00	77.00	42.00	15.80	10.00	8.00	36.00	16.00	26.50	33.50	20.00	77.00
1972	21.00	26.00	26.50	57.00	4.00	9.00	14.00	27.00	14.00	11.50	42.00	16.50	57.00
1973	8.50	23.00	25.00	34.80	56.00	12.00	20.00	21.00	22.70	8.80	12.90	18.30	56.00
1974	11.00	27.20	13.50	25.80	11.30	5.00	19.00	24.00	80.50	18.00	11.50	11.00	80.50
1975	12.00	18.00	24.50	33.00	15.00	9.50	24.50	13.50	36.00	32.00	21.00	4.00	36.00
1976	17.00	18.00	23.00	41.00	7.50	14.00	2.20	4.00	6.50	15.50	16.50	18.00	41.00
1977	36.00	52.00	13.00	30.00	7.00	11.00	26.00	1.00	35.00	17.00	12.50	5.70	52.00
1978	6.50	3.00	22.00	21.00	25.00	9.50	17.00	7.00	19.50	6.50	28.50	10.50	28.50
1979	18.50	15.00	45.00	10.50	32.00	6.00	6.30	23.00	12.50	7.00	19.60	SD	45.00
1986	0.00	27.00	20.00	30.00	6.00	0.00	12.00	11.00	5.00	9.00	27.00	16.00	30.00
1987	26.00	19.00	18.00	14.00	14.50	6.20	23.60	18.20	20.90	20.30	10.00	12.80	26.00
1988	16.20	16.90	12.60	45.00	25.50	18.20	21.00	16.00	9.70	9.40	24.40	10.60	45.00
1989	20.00	18.00	20.70	4.00	16.00	5.40	10.00	5.80	8.90	33.40	14.20	0.00	33.40
1990	8.80	20.50	25.80	28.30	11.80	12.90	0.00	0.00	5.30	28.80	20.20	4.50	28.80
1991	7.90	10.80	19.40	14.60	0.00	SD	5.50	SD	13.80	13.80	9.80	8.90	19.40
1992	2.80	10.20	10.20	15.40	9.80	0.00	7.80	10.80	13.20	5.20	15.80	SD	15.80
1993	3.80	25.60	17.30	12.50	19.80	5.80	18.30	22.50	10.50	11.50	8.50	48.50	48.50
1994	24.80	37.50	28.20	40.50	18.30	6.20	0.00	0.00	14.60	15.80	28.60	10.10	40.50
1995	0.00	15.40	15.10	9.10	27.00	0.00	3.00	SD	SD	SD	SD	SD	27.00
2007	37.80	10.40	34.80	22.00	20.70	0.50	21.40	13.60	17.10	21.40	39.30	18.90	39.30
2008	21.50	49.50	29.90	59.90	36.10	12.40	2.80	17.30	22.60	34.70	21.60	11.40	59.90
2009	24.30	19.60	75.40	5.70	19.70	15.00	12.20	12.10	8.20	25.00	43.10	12.90	75.40
2010	16.70	52.10	33.20	50.40	20.60	9.40	28.10	4.90	35.00	28.30	11.40	10.50	52.10
2011	22.50	35.60	14.20	36.30	24.70	7.50	18.80	12.90	36.70	18.10	20.10	29.40	36.70
2012	17.40	35.80	27.00	45.70	13.50	1.80	12.40	1.50	21.60	26.30	22.80	51.40	51.40
N° DATOS	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.00	32.00	30.00	31.00	31.00	31.00	29.00	32.00
MEDIA	18.64	23.21	26.32	27.80	18.39	8.00	11.95	13.22	20.51	21.36	21.14	15.52	44.10
DESV. STD	12.84	13.02	15.51	14.98	11.49	5.52	8.08	10.24	14.32	10.37	10.47	11.22	15.19
MIN	0.00	3.00	10.20	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.20	7.00	0.00	15.80
MAX	56.90	52.10	77.00	59.90	56.00	20.00	28.10	41.50	80.50	44.50	46.00	51.40	80.50
MEDIANA	17.20	19.30	23.75	27.65	15.90	8.00	11.25	11.55	17.10	20.30	19.60	12.80	41.75

Fuente: Senamhi

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

PERIODO: 1963-2012
ESTACIÓN: PUCHACA / PLU - 3114 / DRE - 02
CÓDIGO: CO-335/DRE

LAT.: 06 21" "S"
LONG.: 79 28" "W"
ALT.: 500msnm

DPTO.: LAMBAYEQUE
PROV.: FERREÑAFE
DIST.: INCAHUASI

**PRECIPITACIÓN (mm)
MÁXIMA EN 24 HORAS**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1963	S/D	S/D	33.50	4.00	2.10	1.00	0.20	0.10	0.00	0.30	S/D	S/D	33.50
1964	S/D	S/D	S/D	S/D	0.00	0.80	T	0.60	0.30	4.10	1.80	7.20	7.20
1965	S/D	9.20	40.00	35.20	7.20	0.30	0.10	0.00	6.30	1.70	10.20	12.30	40.00
1966	3.70	S/D	24.30	1.20	0.60	0.00	0.00	0.60	2.50	8.70	5.00	0.30	24.30
1967	23.30	31.50	3.10	0.00	2.00	0.00	2.80	4.30	0.00	8.00	0.00	0.00	31.50
1968	0.40	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	0.90	0.00	8.80
1969	4.00	20.70	95.40	5.60	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	0.50	95.40
1970	11.00	S/D	14.30	1.40	8.90	0.60	0.00	0.00	1.50	8.30	3.00	0.50	14.30
1971	0.00	18.50	59.00	21.60	1.60	0.00	0.00	0.70	0.50	0.80	1.70	7.50	59.00
1972	3.10	30.60	100.40	14.40	0.80	1.60	0.50	0.00	0.80	S/D	2.20	4.40	100.40
1973	58.40	50.30	20.00	10.30	1.10	0.50	0.40	1.10	6.00	0.20	0.90	0.00	58.40
1974	3.60	27.50	0.90	1.30	4.50	8.00	0.00	2.40	S/D	S/D	S/D	0.00	27.50
1975	2.80	33.30	60.30	14.30	2.00	2.10	T	4.50	1.10	13.00	4.10	0.00	60.30
1976	62.70	21.00	1.40	4.10	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.10	62.70
1977	6.40	19.70	60.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	4.80	0.00	0.00	60.00
1978	0.00	12.30	101.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.60	0.00	101.50
1979	5.10	5.80	40.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	40.10
1980	1.10	3.10	9.90	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10	S/D	0.00	11.10
1981	0.00	9.50	20.30	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	20.30
1982	0.00	6.30	2.00	9.20	0.40	0.00	0.00	0.00	1.90	7.80	15.50	23.20	23.20
1983	86.20	28.20	150.00	81.10	80.40	15.40	0.00	0.00	0.90	15.70	0.00	0.00	150.00
1984	10.20	30.20	18.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.60	30.20
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	1.60	6.10
1986	3.60	0.00	0.00	8.20	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.60	3.50	4.70	8.20
1987	8.50	40.20	60.20	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	60.20
1988	3.10	4.60	0.00	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70
1989	0.00	20.10	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	51.50
1990	0.00	1.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	8.50	0.00	8.50
1991	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20
1992	4.10	6.70	12.90	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	2.10	8.50	0.00	12.90
1993	0.70	10.20	60.90	3.60	0.00	0.00	0.40	1.70	6.60	15.70	20.90	0.60	60.90
1994	6.20	18.70	96.20	9.30	2.10	0.00	0.00	0.00	0.40	0.90	5.40	1.30	96.20
1995	58.90	65.30	11.10	5.20	1.00	0.00	2.10	0.00	0.20	1.10	1.20	4.90	65.30
1996	0.60	1.40	30.30	5.40	3.50	0.20	0.00	0.30	0.30	1.10	0.20	0.00	30.30
1997	0.50	3.70	30.00	16.10	1.10	1.20	0.00	5.90	0.80	1.70	8.60	25.00	30.00
1998	150.20	105.40	147.00	21.20	10.40	1.70	0.40	0.30	5.10	1.70	0.80	8.40	150.20
2008	0.00	47.00	23.20	37.20	2.20	3.60	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	47.00
2009	55.20	9.90	17.20	0.00	0.00	0.00	1.60	2.00	0.00	2.00	1.90	5.30	55.20
2010	11.50	34.60	38.60	5.30	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	10.40	4.90	3.40	38.60
2011	21.30	4.70	SD	8.20	1.40	SD	0.90	SD	2.20	1.10	0.00	6.80	21.30
2012	4.20	33.00	60.40	9.50	0.00	0.60	0.00	0.00	1.20	9.80	6.20	3.80	60.40
N° DATOS	38.00	37.00	39.00	40.00	41.00	40.00	39.00	40.00	40.00	39.00	38.00	40.00	41.00
PROMEDIO	16.07	20.70	38.34	9.77	3.31	0.96	0.24	0.68	1.27	4.62	3.12	3.06	45.77
DESV.STD	30.65	21.26	39.45	14.29	12.42	2.70	0.60	1.38	1.95	5.18	4.60	5.68	35.73
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20
MAX	150.20	105.40	150.00	81.10	80.40	15.40	2.80	5.90	6.60	20.00	20.90	25.00	150.20
MEDIANA	3.65	18.50	24.30	5.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.25	2.00	0.95	0.20	38.60

Fuente: Senamhi

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

PERIODO: 1964-2012
ESTACIÓN: QUEROCOTILLO
CÓDIGO: PLU 153109

LAT.: 06° 16'
LONG.: 79° 02'
ALT.: 1980 msnm

DPTO.: CAJAMARCA
PROV.: CHOTA
DIST.: QUEROCOTILLO

**PRECIPITACIÓN (mm)
MÁXIMA EN 24 HORAS**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1986	4.45	46.19	39.20	28.70	11.88	12.22	2.49	6.54	3.94	6.36	17.29	10.61	46.19
1987	39.57	33.38	40.15	SD	15.38	13.68	1.12	10.39	13.59	13.22	6.97	8.67	40.15
1988	26.36	30.01	42.72	35.12	19.92	5.01	2.99	9.21	6.79	6.61	15.71	SD	42.72
1989	31.47	31.77	38.86	17.00	16.00	14.26	10.94	3.76	6.30	21.17	9.52	1.00	38.86
1990	16.34	35.77	36.43	27.90	14.27	SD	18.17	0.70	4.12	18.38	13.16	3.63	36.43
1991	15.13	20.24	39.48	22.11	SD	8.84	14.19	SD	9.28	9.28	6.85	1.00	39.48
1992	8.24	25.37	43.86	22.45	13.45	18.00	12.53	4.20	8.91	4.06	10.49	SD	43.86
1993	4.00	14.00	11.50	9.50	9.50	5.00	3.50	5.50	4.50	17.50	9.50	9.00	17.50
1994	12.00	15.00	22.50	24.00	30.50	12.00	8.00	11.00	31.00	11.00	10.00	20.00	31.00
1995	15.50	12.00	14.00	15.00	16.00	12.50	16.00	10.00	7.00	15.50	23.50	46.00	46.00
1996	7.00	25.50	35.00	33.00	15.50	21.00	7.00	10.00	9.00	23.50	61.50	12.50	61.50
1997	13.00	30.00	6.50	31.50	28.00	5.50	0.00	8.00	7.00	33.00	10.00	22.00	33.00
1998	31.00	29.00	80.00	40.00	32.50	25.50	9.00	3.00	10.00	29.50	30.00	13.00	80.00
1999	47.00	62.70	12.50	32.00	11.50	29.00	16.30	7.30	12.40	32.30	26.00	19.00	62.70
2000	22.00	25.10	24.00	55.00	28.50	28.30	9.20	14.00	51.10	11.50	15.80	54.60	55.00
2001	40.30	38.60	23.40	29.90	26.10	6.40	30.20	5.50	21.60	26.50	23.70	34.10	40.30
2002	18.60	31.80	39.40	40.60	24.70	18.00	10.70	3.30	22.20	35.60	24.90	19.50	40.60
2003	34.30	42.10	18.60	17.30	16.80	15.20	5.20	6.20	6.90	18.00	29.70	62.00	62.00
2004	16.20	33.40	21.50	41.20	43.00	30.00	20.00	5.70	12.80	17.00	66.70	35.50	66.70
2005	23.00	34.00	32.10	5.90	11.80	20.20	10.40	3.40	6.10	29.00	36.00	25.00	36.00
2006	30.00	30.80	49.80	25.20	17.00	12.00	5.20	6.80	12.90	40.80	17.20	12.30	49.80
2007	48.40	9.70	23.60	13.70	23.00	8.80	15.20	11.60	7.70	33.20	40.50	26.30	48.40
2008	20.00	42.70	32.20	30.00	17.70	9.60	16.80	5.50	23.50	22.70	12.50	29.80	42.70
2009	42.00	46.20	57.50	57.50	16.70	34.40	20.50	14.60	14.20	22.50	45.80	21.40	57.50
2010	21.50	51.00	54.50	41.90	29.90	6.10	13.90	3.60	18.20	22.70	25.30	29.90	54.50
2011	21.50	16.90	35.70	32.10	39.40	19.00	10.70	11.50	18.80	31.70	26.50	23.50	39.40
2012	31.80	17.00	16.60	32.40	15.00	3.20	15.30	7.90	4.40	16.20	15.90	46.20	46.20
N° DATOS	26.00	26.00	26.00	25.00	25.00	25.00	26.00	25.00	26.00	26.00	26.00	24.00	26.00
PROMEDIO	23.42	31.28	33.65	29.14	21.16	15.86	11.43	7.25	13.46	21.25	23.66	22.51	46.63
DESV. STD	12.58	12.41	15.99	12.48	8.81	8.36	6.66	3.58	10.11	9.79	15.51	15.40	12.88
MIN	4.00	9.70	6.50	5.90	9.50	5.00	0.00	0.70	3.94	4.06	6.85	1.00	17.50
MAX	48.40	62.70	80.00	57.50	43.00	34.40	30.20	14.60	51.10	40.80	66.70	62.00	80.00
MEDIANA	21.50	31.29	35.35	29.90	17.00	14.26	10.70	6.54	9.64	21.84	20.40	20.70	43.29

Fuente: Senamhi

Nota: Regresión Lineal (Año 1986-1992)

"Estudio de Máxima avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico - cuencas de la costa norte" (Año 1993-2006)

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

PERIODO: 1964-2012

ESTACIÓN TOCMOCHE

CÓDIGO: CO-335/DRE

LAT.: 06° 39' 2.6"

LONG.: 79° 25' 22.5"

ALT.: 218 msnm

DPTO.: LAMBAYEQUE

PROV.: CHICLAYO

DIST.: CHICLAYO

PRECIPITACIÓN (mm)

MÁXIMA EN 24 HORAS

ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1964	15.00	25.00	15.00	10.00	0.00	0.00	0.00	5.00	10.00	15.00	10.00	15.50	25.00
1965	10.10	25.00	55.00	35.00	10.00	5.00	5.00	0.00	7.00	5.00	15.00	10.20	55.00
1966	10.00	7.00	7.00	8.00	7.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	12.00	0.00	12.00
1967	15.00	94.00	15.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	10.50	0.00	0.00	94.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	S/D	S/D	4.50	10.00	0.00	0.00	10.00
1969	12.00	10.00	48.00	20.00	10.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	48.00
1970	15.00	14.00	25.00	8.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	10.00	0.00	25.00
1971	10.00	30.00	45.00	25.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00
1972	0.00	60.00	55.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
1973	35.00	20.00	25.00	20.00	10.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	35.00
1974	15.00	15.00	10.00	20.00	10.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
1975	10.00	40.00	70.00	15.00	12.00	0.00	0.00	10.00	7.00	10.00	0.00	0.00	70.00
1976	35.00	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00
1977	25.00	25.00	100.40	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.40
1978	5.00	16.00	40.00	5.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00
1979	0.00	55.00	50.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.00
1980	0.00	10.00	10.00	20.00	8.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	15.00	20.00
1981	0.00	20.00	30.00	10.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
1982	0.00	8.00	15.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	60.00
1983	71.00	65.00	76.00	53.00	37.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00
1984	0.00	36.00	35.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00
1985	0.00	25.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	25.00
1986	0.00	10.00	20.00	10.00	0.00	0.00	0.00	8.00	10.00	8.00	10.00	10.00	20.00
1987	15.00	25.00	40.00	32.00	20.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00
1988	10.00	20.00	28.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	28.00
1989	20.00	45.00	45.00	20.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00
1990	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
1991	0.00	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.00	5.20	4.50	1.20	3.10	5.20
1992	11.00	10.00	51.70	61.00	16.80	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.30	0.40	61.00
1993	0.50	1.10	47.00	45.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.40	0.30	0.10	S/D	47.00
1994	6.90	1.10	12.00	7.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	2.00	12.00
1995	4.00	6.00	7.00	7.00	2.00	0.00	3.00	1.00	0.00	2.00	1.00	4.00	7.00
1996	5.00	22.00	32.00	9.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	32.00
1997	2.00	8.00	27.00	33.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	11.00	85.00	85.00
1998	92.00	97.00	100.00	45.00	28.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	100.00
2009	53.10	38.50	57.00	11.90	17.00	3.80	1.50	2.90	0.00	1.00	8.80	6.70	57.00
2010	10.50	40.30	32.40	39.80	7.00	4.00	0.00	0.00	5.00	10.40	6.50	14.00	40.30
2011.00	18.10	20.50	4.80	23.90	4.50	3.00	1.80	0.00	7.90	3.50	3.20	10.00	23.90
2012.00	15.20	44.50	53.00	16.80	3.00	3.80	0.00	0.00	0.00	7.00	3.00	9.00	53.00
N° DATOS	39.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	37.00	38.00	39.00	39.00	39.00	38.00	39.00
MEDIA	14.01	26.55	35.17	18.77	7.27	1.62	0.31	0.92	2.98	2.76	2.46	6.92	42.25
DESV. STD	19.50	23.02	24.20	14.57	8.54	3.66	0.99	2.46	4.29	4.57	4.25	16.44	25.01
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20
MAX	92.00	97.00	100.40	61.00	37.00	16.00	5.00	10.00	15.00	17.00	15.00	85.00	100.40
MEDIANA	10.00	20.25	31.00	15.00	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00

Fuente: Senamhi

PERIODO: 1980-2012

ESTACIÓN UDIMA

CÓDIGO: PLU-3110/DRE-02

LAT.: 06° 48' 47"

LONG.: 79° 05' 04"

ALT.: 2454 msnm

DPTO.: CAJAMARCA

PROV.: SANTA CRUZ

DIST.: CATACHE

PRECIPITACIÓN (mm)

MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	MA
1980	4.16	14.08	9.45	15.22	11.92	9.05	2.95	3.23	0.00	47.21	24.77	17.26	47.21
1981	10.71	48.35	12.70	21.83	13.87	15.59	6.11	8.00	16.09	24.50	10.45	15.39	48.35
1982	12.79	14.33	6.90	33.22	19.70	3.72	3.22	2.61	18.50	15.54	15.62	39.20	39.20
1983	51.91	35.92	82.69	59.42	17.00	16.01	0.00	2.19	22.04	14.71	0.00	33.05	82.69
1984	6.52	44.06	26.96	23.50	28.01	20.15	19.10	6.96	27.41	63.18	2.06	18.77	63.18
1985	9.09	18.30	10.52	15.00	14.14	4.65	4.25	7.38	16.63	10.22	4.68	21.35	21.35
1986	21.70	19.64	14.14	60.75	16.49	0.00	2.07	19.00	6.12	14.71	23.34	51.51	60.75
1987	15.32	32.27	8.33	19.13	3.95	0.00	4.25	13.19	26.96	6.84	2.65	5.80	32.27
1988	11.18	30.39	4.37	31.09	20.89	9.71	7.59	23.35	9.42	17.97	28.19	6.22	31.09
1989	19.66	40.14	14.79	23.33	11.05	14.24	0.00	7.17	9.76	96.06	7.28	0.00	96.06
1990	3.20	19.42	11.93	20.29	11.05	10.74	1.75	2.19	2.95	16.41	20.77	11.92	20.77
1991	2.72	24.90	8.48	22.65	24.54	3.72	1.75	3.23	0.00	11.61	14.19	11.53	24.90
1992	17.38	11.02	17.85	27.84	18.24	5.39	2.07	3.02	15.25	10.60	13.32	6.22	27.84
1993	16.01	34.11	38.25	50.17	24.76	10.02	4.98	4.68	26.05	32.79	SD	SD	50.17
1998	46.52	66.64	31.65	74.79	27.06	10.69	SD	5.30	11.47	8.39	6.17	21.12	74.79
1999	11.74	62.75	19.55	28.83	28.77	13.14	6.40	5.46	14.60	6.86	5.20	35.28	62.75
2000	13.86	44.42	46.77	30.87	35.40	9.96	SD	9.34	19.06	6.07	6.78	32.18	46.77
2001	21.74	31.94	111.81	28.19	11.12	7.90	4.68	5.15	20.62	7.66	20.36	26.65	111.81
2002	5.39	45.01	22.61	38.03	11.15	7.51	5.27	2.61	8.67	10.81	8.66	23.73	45.01
2003	22.23	35.21	5.99	15.73	13.77	15.16	5.84	2.61	8.57	6.69	12.71	27.72	35.21
2004	16.83	23.65	6.15	14.66	15.16	7.41	8.40	2.61	17.22	12.85	13.75	25.17	25.17
2005	12.54	33.03	38.80	17.30	4.60	14.10	1.20	4.50	3.60	23.00	18.50	15.70	38.80
2006	29.90	25.80	40.30	13.60	24.00	14.00	7.80	2.30	17.50	6.30	25.50	26.80	40.30
2007	10.00	12.60	39.00	21.00	28.80	3.90	4.10	7.10	1.40	9.90	33.30	7.00	39.00
2008	22.80	65.00	63.00	96.40	15.20	5.20	15.50	16.80	14.30	32.60	32.80	1.30	96.40
2009	54.20	30.30	23.10	26.60	10.50	9.60	3.80	3.00	18.20	6.10	8.60	27.60	54.20
2010	4.10	55.30	24.60	40.80	16.30	32.60	10.00	11.90	10.70	14.10	9.10	13.10	55.30
2011	31.20	29.00	18.30	19.90	9.90	4.90	20.30	2.20	16.80	9.00	16.30	20.90	31.20
2012	19.90	59.00	28.40	38.30	10.80	21.20	1.90	6.20	6.90	17.90	9.20	16.00	59.00
N° DATOS	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	27.00	29.00	29.00	29.00	28.00	28.00	29.00
MEDIA	18.11	34.71	27.15	32.02	17.18	10.35	5.75	6.66	13.34	19.33	14.08	19.95	50.40
DESV. STD	13.34	15.81	23.96	19.22	7.62	6.76	5.11	5.33	7.66	19.35	9.04	11.83	23.13
MIN	2.72	11.02	4.37	13.60	3.95	0.00	0.00	2.19	0.00	6.07	0.00	0.00	20.77
MAX	54.20	66.64	111.81	96.40	35.40	32.60	20.30	23.35	27.41	96.06	33.30	51.51	111.81
MEDIANA	15.32	32.27	19.55	26.60	15.20	9.71	4.25	5.15	14.60	12.85	13.01	19.84	46.77

Fuente: Senamhi

PERIODO: 1963-2011
ESTACIÓN TINAJONES
CÓDIGO: CO-335/DRE

LAT.: 06° 39' 2.6"
LONG.: 79° 25' 22.5"
ALT.: 240ms

DPTO.: LAMBAYEQUE
PROV.: CHICLAYO
DIST.: CHICLAYO

PRECIPITACIÓN (mm)
MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1963	6.70	0.00	3.00	4.30	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7.00
1964	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7.00
1965	2.40	25.90	40.50	25.70	0.00	0.00	0.50	0.00	2.80	0.00	5.00	2.40	41.00
1966	8.50	0.00	44.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	2.10	3.50	0.60	44.00
1967	5.40	19.80	6.40	0.00	2.20	0.00	2.00	0.00	0.00	5.90	2.50	0.90	20.00
1968	SD	SD	SD	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.40	1.30	3.00
1969	12.20	12.20	7.10	4.20	4.50	0.00	0.00	1.10	0.00	1.80	1.90	1.40	12.20
1970	5.30	1.00	9.10	0.30	3.40	0.00	0.00	2.10	0.00	13.00	1.60	2.60	13.00
1971	1.80	18.50	93.20	6.00	0.40	0.60	0.30	1.20	1.20	0.20	1.50	0.00	93.00
1972	1.40	6.40	4.00	22.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	2.40	0.40	0.60	23.00
1973	6.00	34.50	8.50	3.80	1.40	0.30	0.00	0.00	0.50	0.00	0.90	0.10	35.00
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5
1975	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.1
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.4
1996	0.40	3.80	6.00	9.40	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.20	0.00	9.4
1997	1.20	3.50	2.20	17.40	0.00	0.10	0.10	0.00	1.10	0.00	8.50	12.60	17.4
1998	60.90	70.50	116.30	29.70	1.80	0.00	0.00	0.50	0.00	0.80	0.00	2.50	116.3
1999	5.60	53.50	3.60	15.10	13.60	1.80	1.80	0.00	6.40	3.80	0.60	4.30	53.5
2000	8.70	11.40	23.00	11.30	5.20	1.30	1.30	2.30	3.30	0.00	0.00	0.80	23
2001	7.80	6.20	41.00	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	2.20	1.80	1.20	41.00
2002	0.00	290.70	29.60	39.40	0.00	SD	SD	0.00	0.00	0.90	31.60	2.30	290.70
2003	5.70	1.20	0.00	2.80	0.50	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	12.50	12.50
2004	0.00	2.70	15.50	2.50	2.50	0.00	2.70	0.00	1.10	2.30	0.40	4.20	15.50
2005	0.70	11.50	9.80	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	0.00	0.70	11.5
2006	12.50	10.50	55.50	2.80	0.00	3.70	0.00	0.00	0.60	1.00	4.60	4.70	55.50
2007	3.50	0.00	10.30	5.80	1.20	0.00	0.00	0.00	0.80	2.10	2.80	3.40	10.30
2008	19.00	38.20	23.50	86.30	1.80	0.00	2.20	5.00	0.80	1.10	0.80	0.00	86.30
2009	6.30	27.00	11.60	4.60	1.70	0.00	1.20	0.00	0.00	1.00	3.00	2.50	27.00
2010	1.00	11.50	8.20	4.70	1.20	0.00	0.00	0.60	1.20	8.70	5.60	0.00	11.50
2011	2.80	14.50	1.00	11.40	6.80	0.80	0.00	0.00	1.50	1.60	0.00	6.20	14.50
2012	3.50	37.80	23.50	5.40	0.50	2.80	0.00	0.00	0.00	4.20	0.60	4.20	37.80
N° Datos	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	25.00	25.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	31.00
Media	7.28	27.42	23.08	12.70	1.93	0.50	0.48	0.49	0.98	2.56	3.13	2.77	36.79
Max.	60.90	290.70	116.30	86.30	13.60	3.70	2.70	5.00	6.40	13.00	31.60	12.60	290.70
Min.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40
Desvest.	11.59	55.47	27.91	17.58	2.92	0.95	0.82	1.10	1.39	3.03	6.04	3.28	53.91
Mediana	5.35	11.50	10.05	5.60	1.20	0.00	0.00	0.0	0.70	1.70	1.55	1.85	17.40

Fuente : Senamhi

NOTA:

* "Estudio de Máxima avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico - cuencas de la costa norte"

ANEXO III

INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS AFORADOS Y ESTIMADOS DEL RIO CHANCAY A LA ALTURA DE LA BOCATOMA RACARUMI							
ESTIMADOS CON FACTOR DE AJUSTE (m ³ /seg)						AFORADOS (m ³ /seg)	
AÑO	CAUDAL (m ³ /seg)	AÑO	CAUDAL (m ³ /seg)	AÑO	CAUDAL (m ³ /seg)	AÑO	CAUDAL (m ³ /seg)
1,914	377.00	1,941	273.00	1,968	102.36	1994	263.86
1,915	364.00	1,942	251.88	1,969	179.71	1995	160.30
1,916	182.00	1,943	263.90	1,970	252.01	1996	219.04
1,917	455.00	1,944	211.25	1,971	370.18	1997	215.16
1,918	221.00	1,945	137.18	1,972	361.60	1998	662.20
1,919	390.00	1,946	128.32	1,973	275.28	1999	341.64
1,920	364.00	1,947	265.85	1,974	206.49	2000	323.76
1,921	364.00	1,948	126.98	1,975	376.01	2001	450.24
1,922	390.00	1,949	219.31	1,976	193.49	2002	315.72
1,923	364.00	1,950	107.61	1,977	278.46	2003	188.46
1,924	247.00	1,951	86.16	1,978	178.63	2004	192.92
1,925	1,950.00	1,952	112.19	1,979	210.67	2005	376.52
1,926	429.00	1,953	185.25	1,980	112.28	2006	541.39
1,927	182.00	1,954	94.35	1,981	226.34	2007	344.16
1,928	288.60	1,955	126.79	1,982	213.43	2008	572.90
1,929	203.84	1,956	136.57	1,983	1,018.94	2009	513.88
1,930	237.26	1,957	162.57	1,984	289.97	2010	389.30
1,931	200.46	1,958	131.72	1,985	66.66	2011	282.94
1,932	182.43	1,959	185.25	1,986	248.42	2012	568.16
1,933	268.63	1,960	134.65	1,987	228.70		
1,934	185.12	1,961	156.03	1,988	152.80		
1,935	165.78	1,962	188.99	1,989	306.72		
1,936	176.93	1,963	120.45	1,990	146.99		
1,937	113.01	1,964	118.44	1,991	204.69		
1,938	242.57	1,965	198.68	1,992	185.12		
1,939	145.63	1,966	132.07	1,993	418.90		
1,940	100.23	1,967	202.48				

FUENTE: PEOT

ANEXO IV

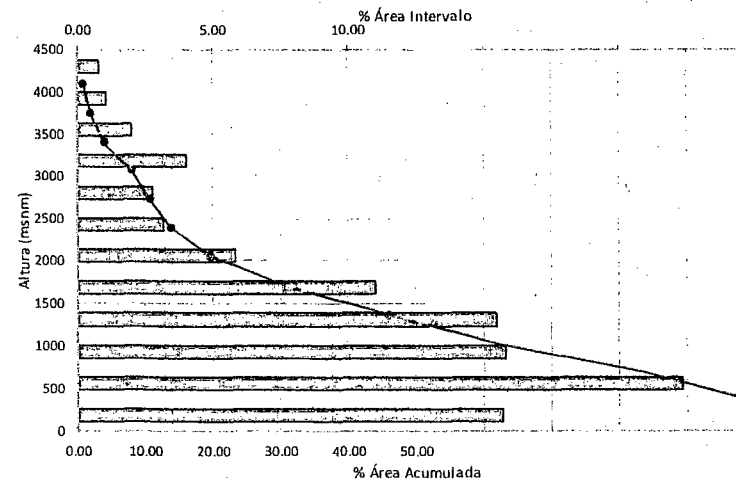
CURVA HIPSOMÉTRICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES

SUBCUENCA JUANA RÍOS

Cota máxima (msnm) = 4100
 Número de intervalos = 12
 Altura de intervalos = 341.75
 Altitud de frecuencia media = 1453.09
 Altitud más frecuente = 683.23

N°	Cota (msnm)			Area (Km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumu	% Interv
1	190	341.53	265.765	52.25	332.3	100.00	15.72
2	341.53	683.23	512.38	74.2	280.05	84.28	22.33
3	683.23	1024.98	854.105	52.57	205.85	61.95	15.82
4	1024.98	1366.64	1195.81	51.4	153.28	46.13	15.47
5	1366.64	1708.32	1537.48	36.53	101.88	30.66	10.99
6	1708.32	2050	1879.16	19.29	65.35	19.67	5.80
7	2050	2391.5	2220.75	10.62	46.06	13.86	3.20
8	2391.5	2732.97	2562.235	9.26	35.44	10.67	2.79
9	2732.97	3074.66	2903.815	13.37	26.18	7.88	4.02
10	3074.66	3415.5	3245.08	6.62	12.81	3.86	1.99
11	3415.5	3752.9	3584.2	3.53	6.19	1.86	1.06
12	3752.9	4100	3926.45	2.66	2.66	0.80	0.80

CURVA HIPSOMÉTRICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES - SUBCUENCA JUANA RÍOS

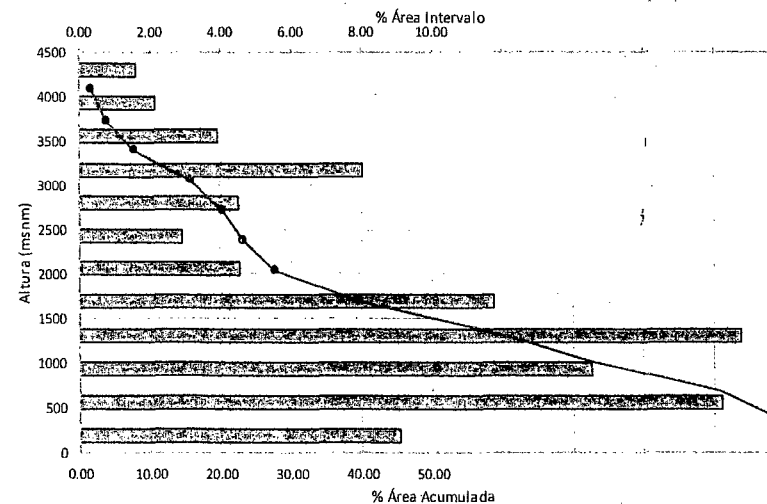


MICROCENCA MAJÍN

Cota máxima (msnm) = 4100
 Número de Intervalos = 12
 Altura de Intervalos = 341.75
 Altitud de frecuencia media = 1660.855
 Altitud más frecuente = 1195.81

N°	Cota (msnm)			Area (Km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumu	% Interv
1	190	341.53	265.765	15.17	166.74	100.00	9.10
2	341.53	683.23	512.38	30.39	151.57	90.90	18.23
3	683.23	1024.98	854.105	24.24	121.18	72.68	14.54
4	1024.98	1366.64	1195.81	31.27	96.94	58.14	18.75
5	1366.64	1708.32	1537.48	19.58	65.67	39.39	11.74
6	1708.32	2050	1879.16	7.6	46.09	27.64	4.56
7	2050	2391.5	2220.75	4.85	38.49	23.08	2.91
8	2391.5	2732.97	2562.235	7.53	33.64	20.18	4.52
9	2732.97	3074.66	2903.815	13.36	26.11	15.66	8.01
10	3074.66	3415.5	3245.08	6.53	12.75	7.65	3.92
11	3415.5	3752.9	3584.2	3.56	6.22	3.73	2.14
12	3752.9	4100	3926.45	2.66	2.66	1.60	1.60

CURVA HIPSONÉTRICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES - MICROCUENCA MAJÍN

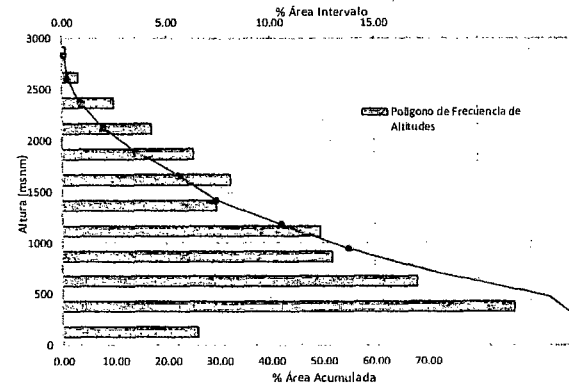


MICROCENCA PALO BLANCO

Cota máxima (msnm) = 2848.24
 Número de Intervalos = 12
 Altura de intervalos = 237.13
 Altitud de frecuencia media = 1131.108
 Altitud más frecuente = 474.65

N°	Cota (msnm)			Area (Km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumu	% Interv
1	190	237.16	213.58	9.59	147.75	100.00	6.49
2	237.16	474.65	355.905	32.07	138.16	93.51	21.71
3	474.65	711.78	593.215	25.12	106.09	71.80	17.00
4	711.78	949.28	830.53	19.16	80.97	54.80	12.97
5	949.28	1186.3	1067.79	18.26	61.81	41.83	12.36
6	1186.3	1424.55	1305.425	10.93	43.55	29.48	7.40
7	1424.55	1661.62	1543.085	11.92	32.62	22.08	8.07
8	1661.62	1898.82	1780.22	9.37	20.7	14.01	6.34
9	1898.82	2135.54	2017.18	6.3	11.33	7.67	4.26
10	2135.54	2373.3	2254.42	3.62	5.03	3.40	2.45
11	2373.3	2605.24	2489.27	1.12	1.41	0.95	0.76
12	2605.24	2848.241	2726.7405	0.29	0.29	0.20	0.20

CURVA HIPSONÉTICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES - MICROCUENCA PALO BLANCO

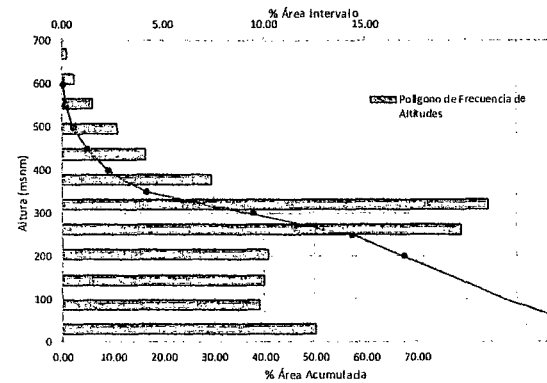


MICROCENCA ALMEDRAL

Cota máxima (msnm) = 598.82
 Número de Intervalos = 12
 Altura de intervalos = 49.91
 Altitud de frecuencia media = 250.630
 Altitud más frecuente = 299.4

N°	Cota (msnm)			Area (Km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumu	% Interv
1	65	49.85	57.425	2.22	17.692	100.00	12.55
2	49.85	99.76	74.805	1.73	15.472	87.45	9.78
3	99.76	149.67	124.715	1.77	13.742	77.67	10.00
4	149.67	199.67	174.67	1.8	11.972	67.67	10.17
5	199.67	249.51	224.59	3.49	10.172	57.50	19.73
6	249.51	299.4	274.455	3.73	6.682	37.77	21.08
7	299.4	349.28	324.34	1.31	2.952	16.69	7.40
8	349.28	399.18	374.23	0.73	1.642	9.28	4.13
9	399.18	448.9	424.04	0.49	0.912	5.16	2.77
10	448.9	498.85	473.875	0.27	0.422	2.39	1.53
11	498.85	548.85	523.85	0.11	0.152	0.86	0.62
12	548.85	598.82	573.835	0.042	0.042	0.24	0.24

CURVA HIPSONÉTICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES - MICROCUENCA ALMEDRAL

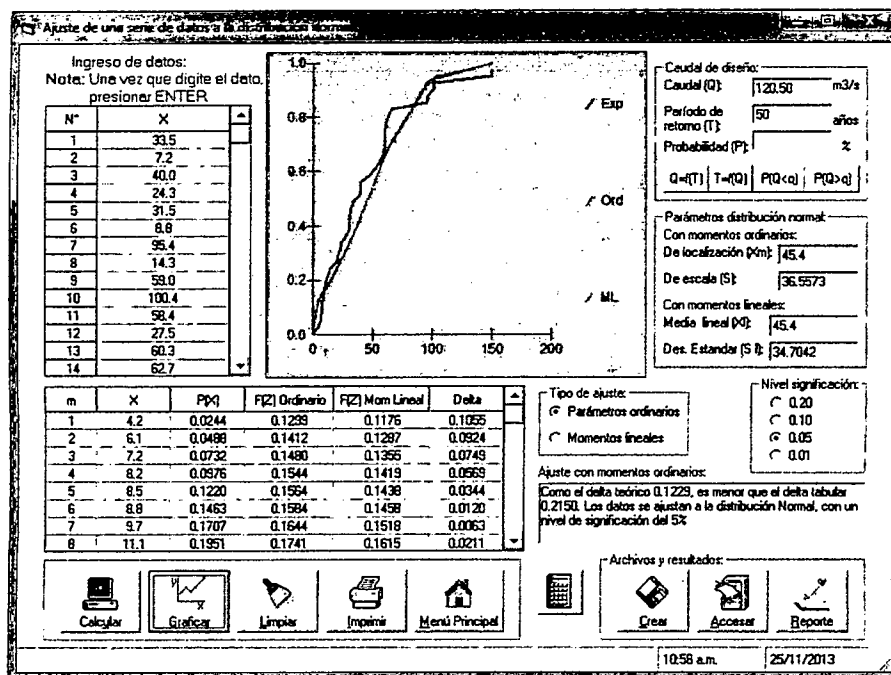


ANEXO V

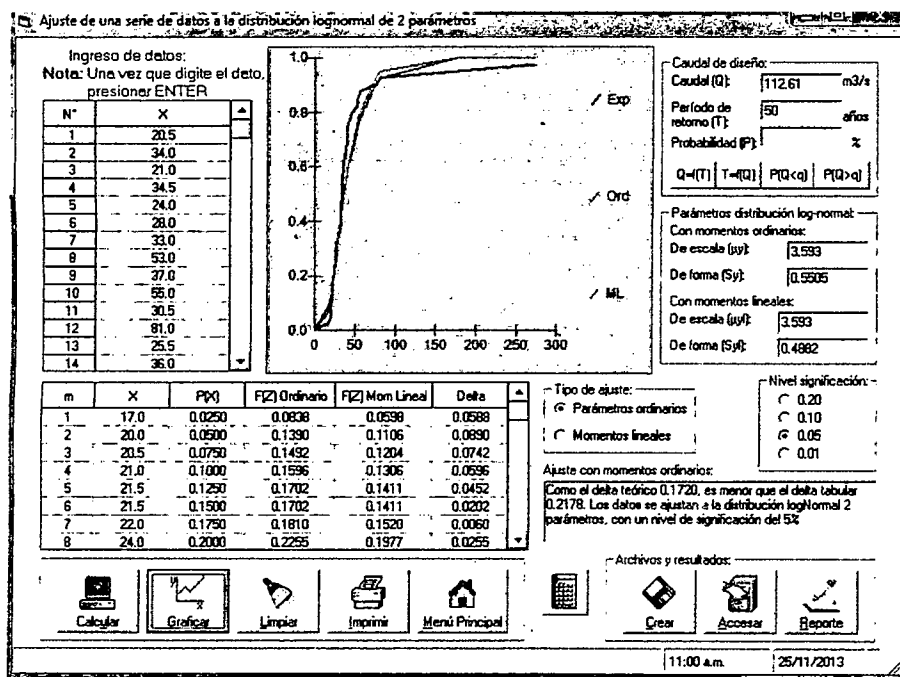
ANÁLISIS DE DISTRIBUCIONES, SOTFWARE HIDROESTA

Nota: Sólo se anexado para un período de retorno y una distribución por cada estación, para no anexar demasiados gráficos.

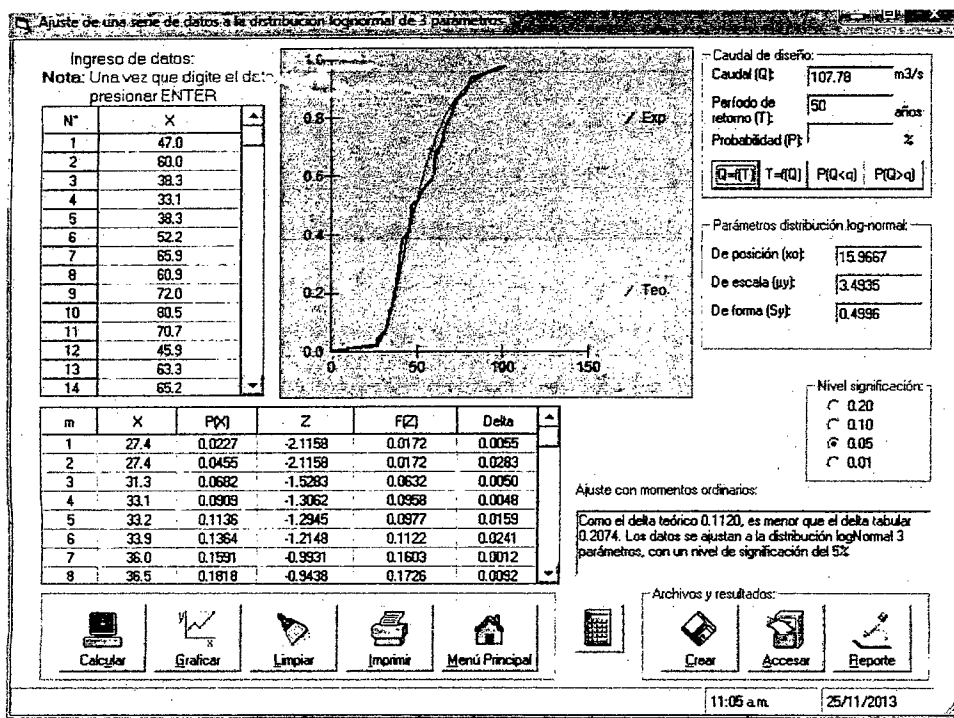
Estación Puchaca, $T_r = 50$ años



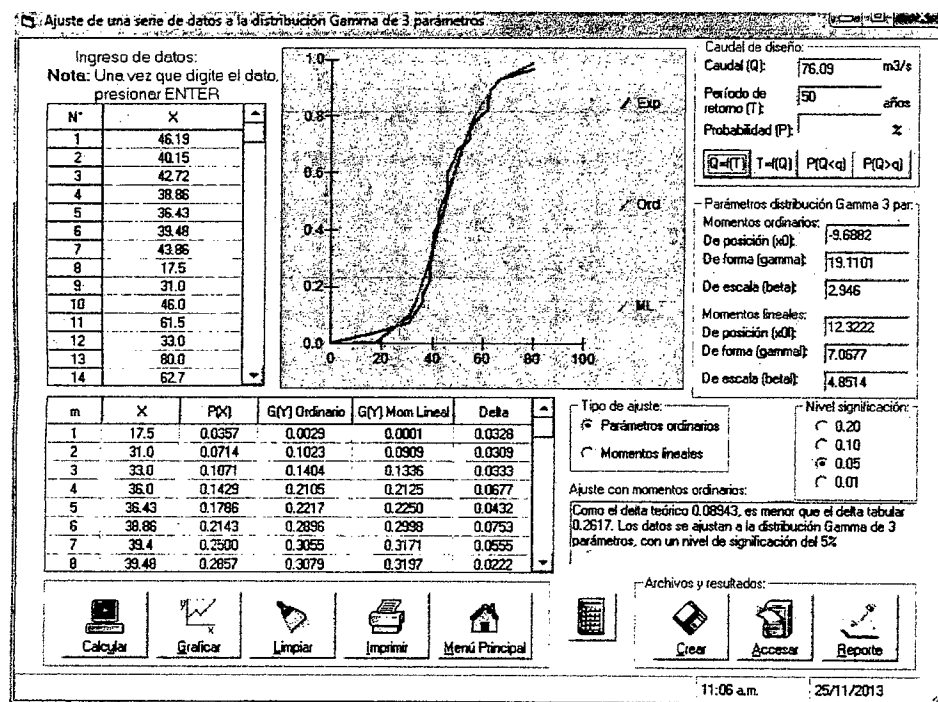
Estación Incahuasi, $T_r = 50$ años



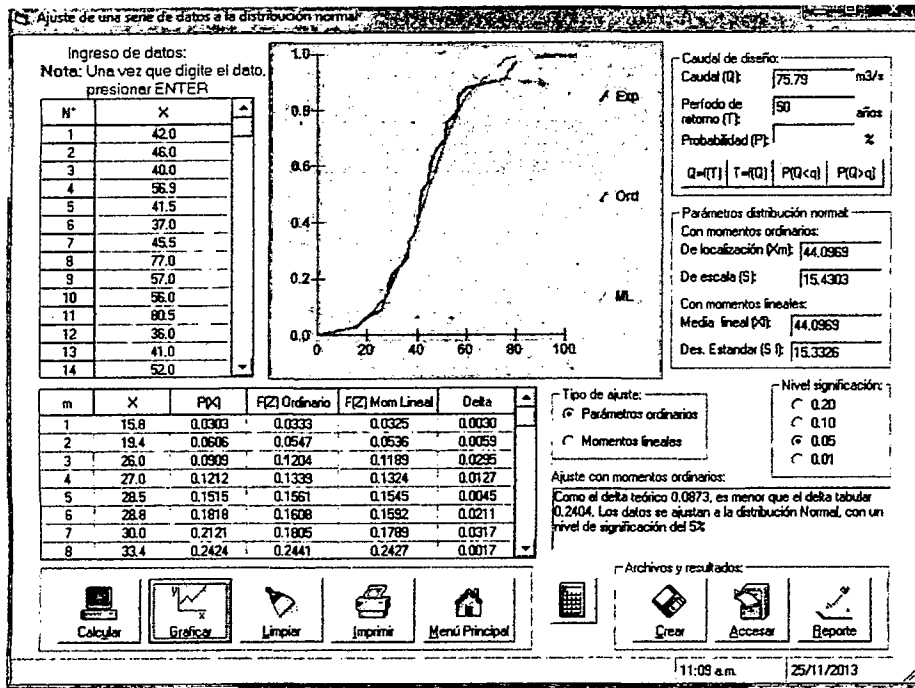
Estación Llama, $T_r = 50$ años



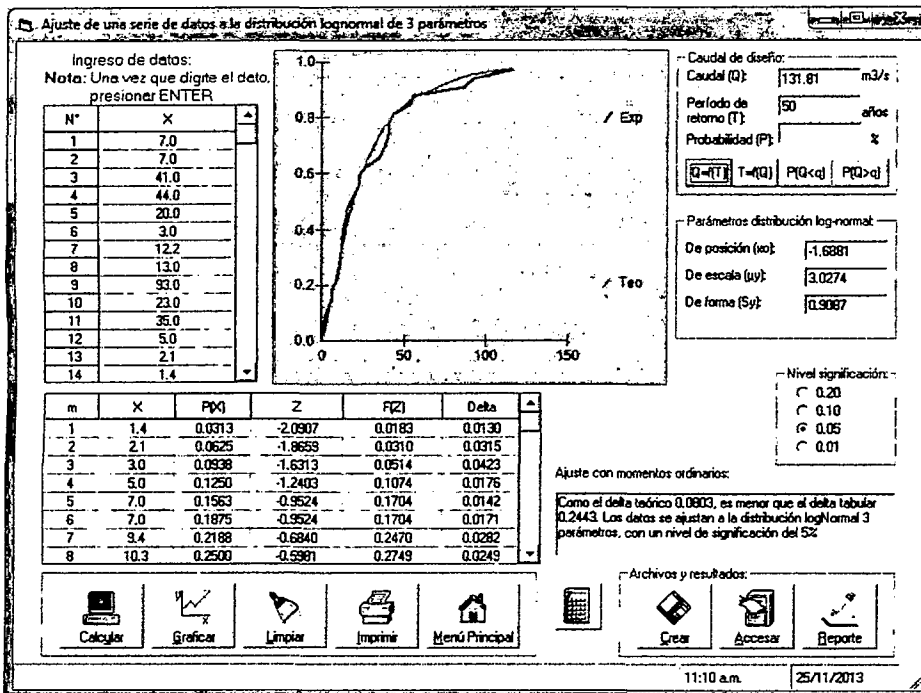
Estación Querocotillo, $T_r = 50$ años



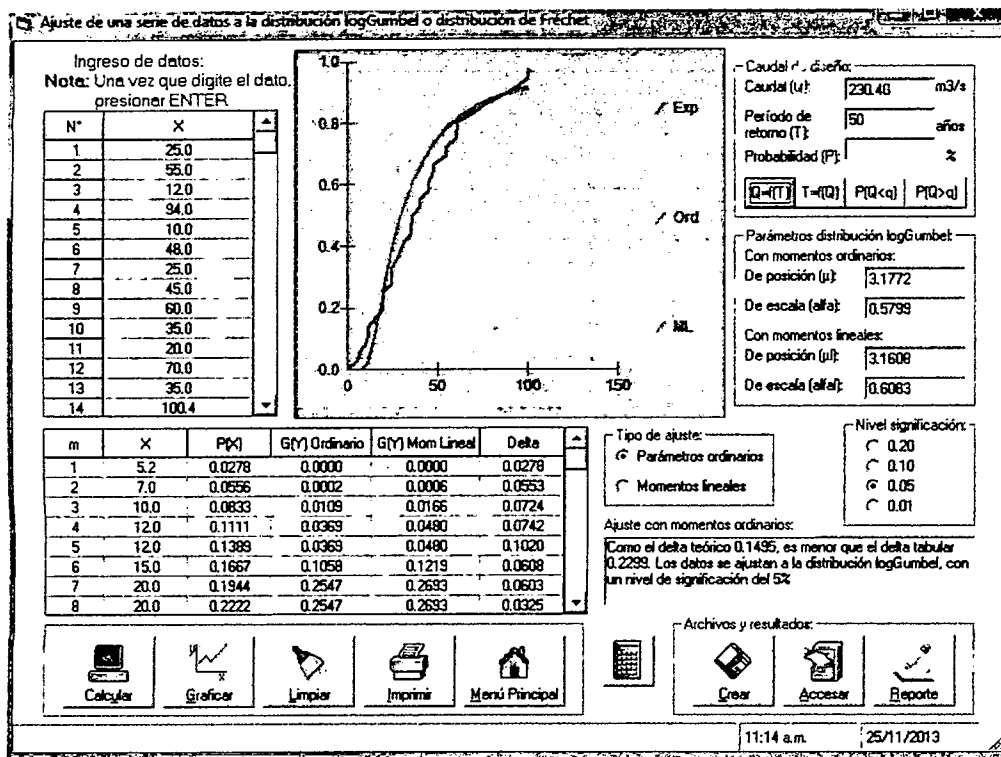
Estación Huambos, $T_r = 50$ años



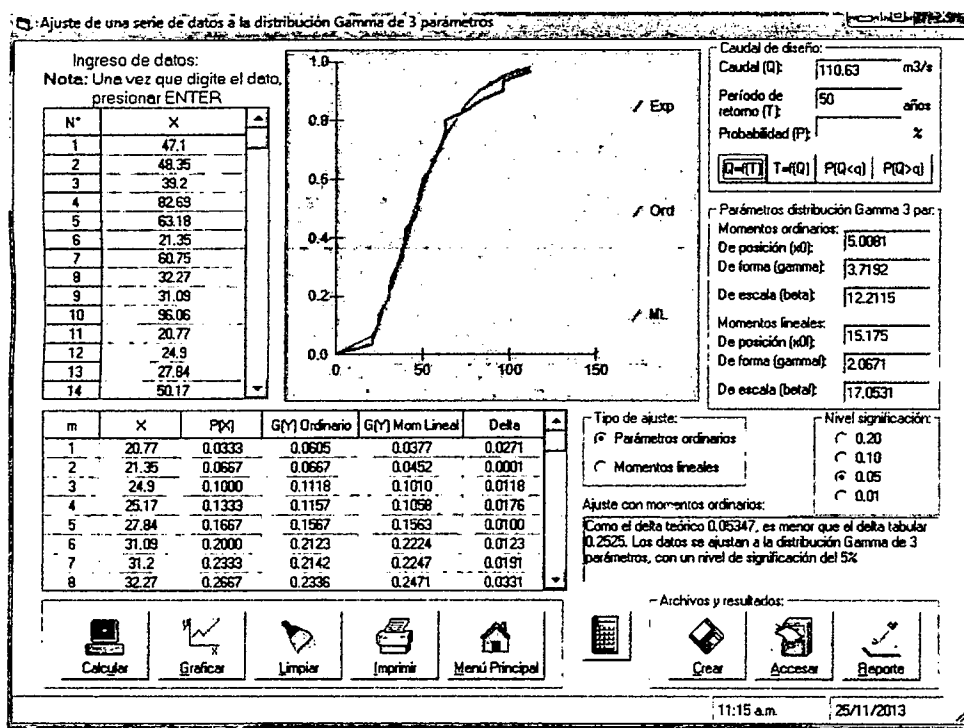
Estación Tinajones, $T_r = 50$ años



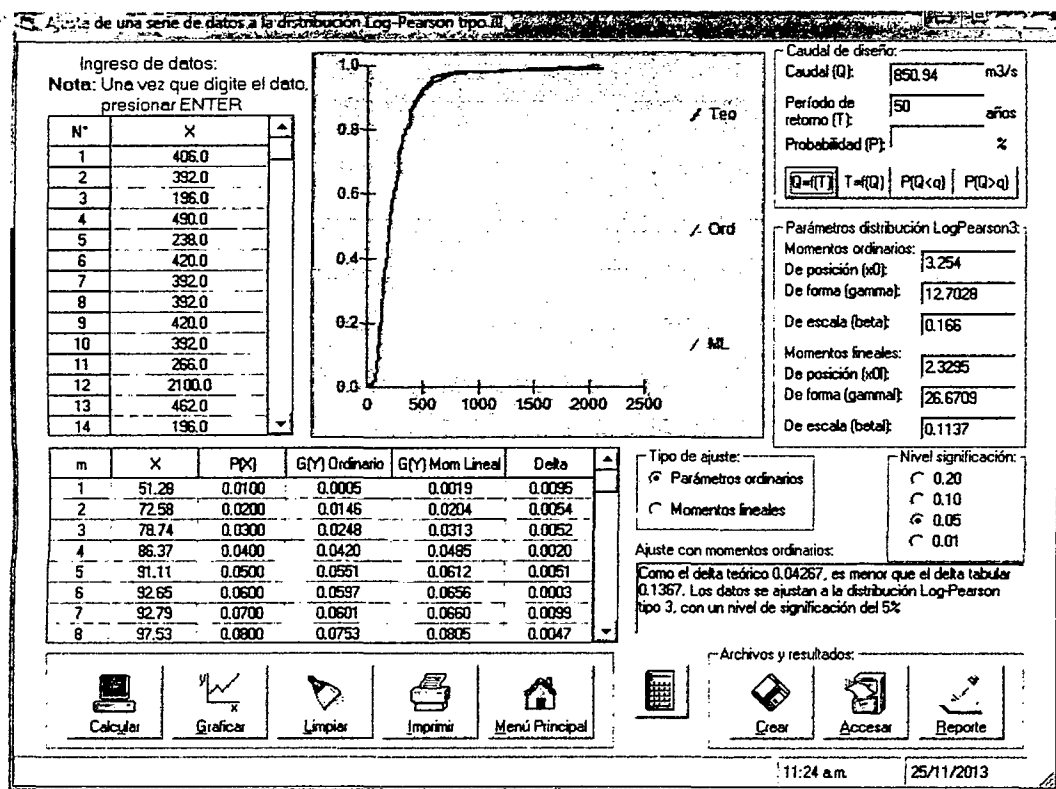
Estación Toccoche, $T_r = 50$ años



Estación Udimá, $T_r = 50$ años



Estación Racarumi, $T_r = 50$ años

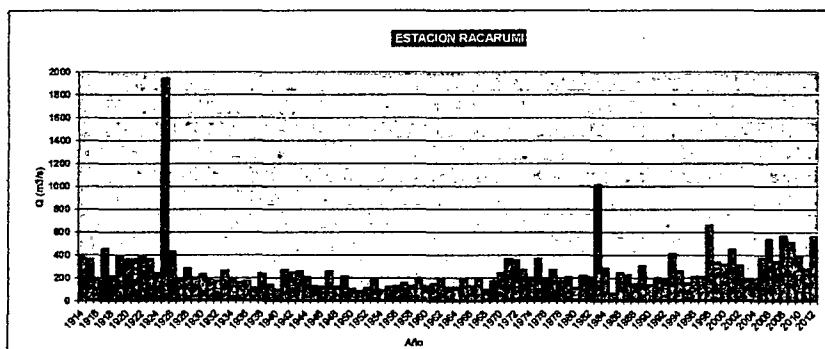


ANEXO VI

ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESTACIÓN RACARUMI

DESCARGAS MÁXIMAS INSTANTÁNEAS (m³/s)

AÑO	Q(m ³ /s)
1814	377.00
1815	364.00
1816	182.00
1817	455.00
1818	221.00
1819	390.00
1820	364.00
1821	364.00
1822	390.00
1823	364.00
1824	247.00
1825	1,950.00
1826	429.00
1827	182.00
1828	288.60
1829	203.84
1830	227.26
1831	200.48
1832	182.43
1833	268.63
1834	185.12
1835	165.78
1836	178.83
1837	113.01
1838	242.57
1839	145.63
1840	100.23
1841	273.00
1842	251.88
1843	263.80
1844	211.25
1845	137.18
1846	128.32
1847	265.85
1848	128.98
1849	218.31
1850	107.81
1851	88.16
1852	112.18
1853	185.25
1854	94.35
1855	128.79
1856	136.57
1857	182.57
1858	131.72
1859	185.25
1860	134.65
1861	156.03
1862	168.99
1863	120.45
1864	118.44
1865	198.68
1866	132.07
1867	202.48
1868	102.36
1869	178.71
1870	252.01
1871	370.18
1872	381.80
1873	275.28
1874	208.49
1875	376.01
1876	183.48
1877	278.46
1878	178.83
1879	210.67
1880	112.28
1881	228.34
1882	213.43
1883	1,016.94
1884	288.87
1885	68.66
1886	248.42
1887	228.70
1888	152.80
1889	306.72
1890	148.99
1891	204.69
1892	185.12
1893	418.80
1894	263.86
1895	160.30
1896	219.04
1897	215.16
1898	682.20
1899	341.64
2000	323.76
2001	450.24
2002	315.72
2003	188.46
2004	192.92
2005	375.52
2006	541.39
2007	344.16
2008	572.80
2009	513.88
2010	388.30
2011	282.94
2012	568.16

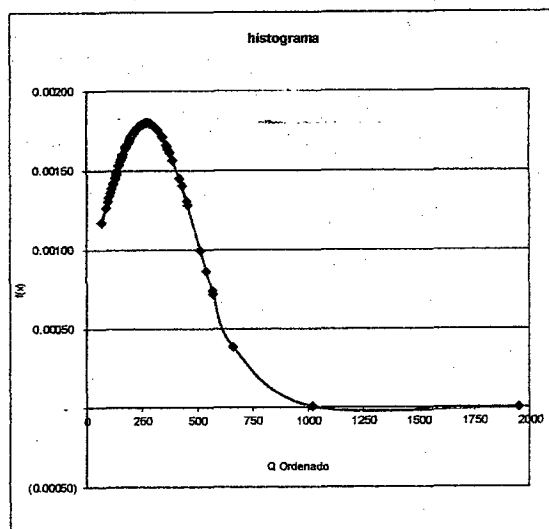


Herramientas / Análisis de Datos / Estadística Descriptiva	
ESTACIÓN RACARUMI	
Media	272.47
Error típico	22.30
Mediana	215.16
Moda	364.00
Desviación estándar	221.87
Varianza de la muestra	49226.77
Coefficiente de asimetría	4.97
Rango	1883.34
Mínimo	68.66
Máximo	1950.00
Suma	26875.77

DESCARGAS MÁXIMAS INSTANTÁNEAS (m³/s)

AÑO	Q	Q ORDENADO	F(x)	f(x)
1914	377.0	66.7	0.1768	0.001169
1915	364.0	86.2	0.2005	0.001264
1916	182.0	94.4	0.2110	0.001303
1917	455.0	100.2	0.2188	0.001330
1918	221.0	102.4	0.2216	0.001340
1919	390.0	107.6	0.2287	0.001364
1920	364.0	112.2	0.2350	0.001385
1921	364.0	112.3	0.2351	0.001386
1922	390.0	113.0	0.2362	0.001389
1923	364.0	118.4	0.2438	0.001413
1924	247.0	120.4	0.2466	0.001422
1925	1950.0	126.8	0.2557	0.001449
1926	429.0	127.0	0.2560	0.001450
1927	182.0	128.3	0.2579	0.001456
1928	288.8	131.7	0.2629	0.001470
1929	203.8	132.1	0.2634	0.001472
1930	237.3	134.7	0.2672	0.001483
1931	200.5	136.6	0.2701	0.001490
1932	182.4	137.2	0.2710	0.001493
1933	268.6	145.6	0.2838	0.001527
1934	185.1	147.0	0.2858	0.001532
1935	165.8	152.8	0.2948	0.001555
1936	176.9	156.0	0.2998	0.001567
1937	113.0	160.3	0.3066	0.001582
1938	242.6	162.6	0.3102	0.001590
1939	145.6	165.8	0.3153	0.001602
1940	100.2	176.9	0.3334	0.001639
1941	273.0	178.6	0.3362	0.001644
1942	251.9	179.7	0.3379	0.001648
1943	263.9	182.0	0.3417	0.001655
1944	211.3	182.0	0.3417	0.001655
1945	137.2	182.4	0.3424	0.001656
1946	128.3	185.1	0.3469	0.001664
1947	265.9	185.1	0.3469	0.001664
1948	127.0	185.3	0.3471	0.001664
1949	219.3	185.3	0.3471	0.001664
1950	107.6	188.5	0.3525	0.001674
1951	86.2	189.0	0.3534	0.001675
1952	112.2	192.9	0.3600	0.001686
1953	185.3	193.5	0.3609	0.001688
1954	94.4	198.7	0.3697	0.001701
1955	126.8	200.5	0.3728	0.001706
1956	136.6	202.5	0.3762	0.001711
1957	162.6	203.8	0.3785	0.001714
1958	131.7	204.7	0.3800	0.001716
1959	185.3	206.5	0.3831	0.001720
1960	134.7	210.7	0.3903	0.001730
1961	156.0	211.3	0.3913	0.001731
1962	189.0	213.4	0.3951	0.001736
1963	120.4	215.2	0.3981	0.001739
1964	118.4	219.0	0.4048	0.001747
1965	198.7	219.3	0.4053	0.001747
1966	132.1	221.0	0.4083	0.001750
1967	202.5	226.3	0.4176	0.001760
1968	102.4	228.7	0.4218	0.001763
1969	179.7	237.3	0.4370	0.001776
1970	252.0	242.6	0.4464	0.001782
1971	370.2	247.0	0.4543	0.001786
1972	361.6	248.4	0.4568	0.001788
1973	275.3	251.9	0.4630	0.001790
1974	206.5	252.0	0.4632	0.001790
1975	376.0	263.9	0.4845	0.001797
1976	193.5	263.9	0.4846	0.001797
1977	278.5	265.9	0.4881	0.001797
1978	178.6	268.6	0.4931	0.001798
1979	210.7	273.0	0.5009	0.001798
1980	112.3	275.3	0.5050	0.001798
1981	226.3	278.5	0.5108	0.001797
1982	213.4	282.9	0.5188	0.001796
1983	1018.9	288.6	0.5290	0.001793
1984	290.0	290.0	0.5314	0.001793
1985	66.7	306.7	0.5613	0.001777
1986	248.4	315.7	0.5773	0.001764
1987	228.7	323.8	0.5914	0.001751
1988	152.8	341.6	0.6224	0.001713
1989	306.7	344.2	0.6267	0.001707
1990	147.0	361.6	0.6560	0.001659
1991	204.7	364.0	0.6600	0.001651
1992	185.1	364.0	0.6600	0.001651
1993	418.9	364.0	0.6600	0.001651
1994	263.9	364.0	0.6600	0.001651
1995	160.3	370.2	0.6702	0.001632
1996	219.0	376.0	0.6796	0.001613
1997	215.2	376.5	0.6805	0.001611
1998	662.2	377.0	0.6812	0.001609
1999	341.6	389.3	0.7007	0.001565
2000	323.8	390.0	0.7018	0.001563
2001	450.2	390.0	0.7018	0.001563
2002	315.7	418.9	0.7454	0.001446
2003	188.5	429.0	0.7597	0.001402
2004	192.9	450.2	0.7885	0.001304
2005	376.5	455.0	0.7947	0.001282
2006	541.4	513.9	0.8617	0.000995
2007	344.2	541.4	0.8872	0.000863
2008	572.9	568.2	0.9087	0.000740
2009	513.9	572.9	0.9121	0.000719
2010	389.3	662.2	0.9605	0.000384
2011	282.9	1018.9	0.9996	0.000006
2012	566.2	1950.0	1.0000	0.000000

MEDIA	272.47
DES.V.E.S	221.87



ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN LOG - NORMAL DE 2 PARÁMETROS

ANO	Q	Q ORDENADOS	y = ln (x)	F(x)	f(x)
1914	377.0	68.7	4.1997	0.0107	0.0525
1915	364.0	68.2	4.4683	0.0341	0.1403
1916	182.0	94.4	4.5471	0.0489	0.1882
1917	456.0	100.2	4.6075	0.0614	0.2252
1918	221.0	102.4	4.8285	0.0682	0.2390
1919	380.0	107.6	4.6786	0.0791	0.2737
1920	364.0	112.2	4.7202	0.0911	0.3043
1921	364.0	112.3	4.7210	0.0913	0.3049
1922	360.0	113.0	4.7275	0.0933	0.3098
1923	334.0	119.4	4.7744	0.1087	0.3463
1924	247.0	120.4	4.7912	0.1146	0.3597
1925	1950.0	126.8	4.8425	0.1342	0.4015
1926	429.0	127.0	4.8441	0.1345	0.4028
1927	182.0	128.3	4.8546	0.1391	0.4115
1928	288.6	131.7	4.8906	0.1501	0.4332
1929	203.6	132.1	4.8833	0.1512	0.4354
1930	237.0	134.7	4.9327	0.1596	0.4516
1931	200.6	136.8	4.9168	0.1653	0.4634
1932	182.4	137.2	4.9213	0.1684	0.4671
1933	268.6	145.6	4.9810	0.1978	0.5165
1934	185.1	147.0	4.9804	0.2026	0.5240
1935	165.6	152.8	5.0291	0.2235	0.5550
1936	178.9	158.0	5.0500	0.2353	0.5711
1937	113.0	160.3	5.0770	0.2510	0.5815
1938	242.6	162.6	5.0911	0.2594	0.5917
1939	145.6	165.8	5.1106	0.2713	0.6156
1940	100.2	178.9	5.1758	0.3128	0.8578
1941	273.0	178.6	5.1853	0.3191	0.8634
1942	251.9	179.7	5.1914	0.3231	0.8689
1943	263.9	182.0	5.2040	0.3315	0.8739
1944	211.3	182.0	5.2040	0.3315	0.8739
1945	137.2	182.4	5.2064	0.3332	0.8762
1946	129.3	185.1	5.2210	0.3431	0.8829
1947	286.9	185.1	5.2210	0.3431	0.8829
1948	127.0	185.3	5.2217	0.3436	0.8833
1949	219.3	185.3	5.2217	0.3436	0.8833
1950	107.6	186.5	5.2389	0.3594	0.8917
1951	86.2	189.0	5.2417	0.3674	0.9031
1952	112.2	192.9	5.2823	0.3717	0.7023
1953	185.3	193.5	5.2852	0.3738	0.7036
1954	94.4	196.7	5.2917	0.3926	0.7139
1955	126.8	200.5	5.3006	0.3989	0.7170
1956	136.6	202.5	5.3106	0.4081	0.7203
1957	162.6	203.8	5.3173	0.4110	0.7224
1958	131.7	204.7	5.3215	0.4140	0.7238
1959	185.3	206.5	5.3303	0.4203	0.7281
1960	134.7	210.7	5.3503	0.4349	0.7311
1961	156.0	211.3	5.3530	0.4369	0.7317
1962	189.0	213.4	5.3633	0.4445	0.7338
1963	120.4	215.2	5.3714	0.4504	0.7352
1964	118.4	219.0	5.3892	0.4636	0.7378
1965	196.7	219.3	5.3905	0.4645	0.7380
1966	132.1	221.0	5.3962	0.4701	0.7389
1967	202.5	226.3	5.4221	0.4878	0.7406
1968	102.4	228.7	5.4324	0.4955	0.7429
1969	178.7	237.3	5.4692	0.5227	0.7397
1970	252.0	242.6	5.4913	0.5380	0.7374
1971	370.2	247.0	5.5094	0.5524	0.7345
1972	361.6	248.4	5.5151	0.5566	0.7335
1973	275.3	251.9	5.5299	0.5687	0.7306
1974	206.6	252.0	5.5294	0.5671	0.7304
1975	376.0	263.9	5.5754	0.6004	0.7174
1976	193.5	263.9	5.5756	0.6005	0.7173
1977	278.5	265.9	5.5829	0.6057	0.7148
1978	178.8	268.6	5.5933	0.6132	0.7109
1979	210.7	273.0	5.6095	0.6246	0.7045
1980	112.3	275.3	5.6178	0.6304	0.7010
1981	226.3	276.5	5.6293	0.6385	0.6959
1982	213.4	282.9	5.6452	0.6495	0.6883
1983	1018.9	286.6	5.6950	0.6830	0.6762
1984	290.0	289.0	5.6998	0.6962	0.6757
1985	66.7	306.7	5.7259	0.7033	0.6425
1986	248.4	315.7	5.7548	0.7216	0.6235
1987	228.7	323.8	5.7800	0.7370	0.6059
1988	152.8	341.6	5.8338	0.7888	0.5659
1989	306.7	344.2	5.8411	0.7727	0.5802
1990	147.0	361.6	5.8805	0.7694	0.5203
1991	204.7	364.0	5.8872	0.8029	0.5155
1992	195.1	364.0	5.8872	0.8029	0.5155
1993	418.9	364.0	5.8872	0.8029	0.5155
1994	263.9	364.0	5.8872	0.8029	0.5155
1995	180.3	370.2	5.9140	0.8114	0.5017
1996	219.0	376.0	5.9296	0.8192	0.4958
1997	215.2	376.5	5.9310	0.8198	0.4877
1998	682.2	377.0	5.9322	0.8204	0.4866
1999	341.6	389.3	5.9644	0.8356	0.4599
2000	323.8	390.0	5.9681	0.8385	0.4584
2001	450.2	390.0	5.9681	0.8385	0.4584
2002	315.7	418.9	6.0376	0.8671	0.3989
2003	188.5	429.0	6.0615	0.8764	0.3794
2004	192.9	450.2	6.1098	0.8938	0.3406
2005	376.5	455.0	6.1203	0.8973	0.3323
2006	541.4	513.9	6.2420	0.9322	0.2433
2007	344.2	541.4	6.2941	0.9440	0.2098
2008	572.9	568.2	6.3424	0.9534	0.1810
2009	513.9	572.9	6.3507	0.9540	0.1784
2010	389.3	662.2	6.4856	0.9752	0.1078
2011	282.9	1018.9	6.6285	0.9671	0.0163
2012	568.2	1950.0	7.5756	1.0000	0.0003

MEDIA	272.47
DESVEST.	221.87

MEDIA	6.4589
DESVEST.	0.8384

C.ASIMETR. 0.7242

Si quiero conocer el caudal para $T_r = 100$ años,

sabiendo que $T_r = 1/P$ entonces

$$\rightarrow P \text{ entonces } 1/100 = 0.01$$

$$\rightarrow P \text{ entonces } 1-P \text{ entonces } 0.99$$

$$z = f(P \text{ entonces}) = \text{DISTR.NORMESTAND.INV}(0.99)$$

$$z = 2.3263$$

$$y = \mu + z \cdot \sigma$$

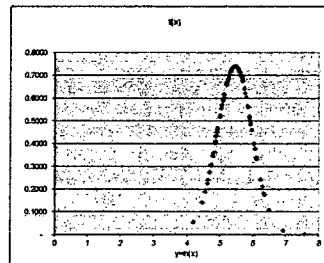
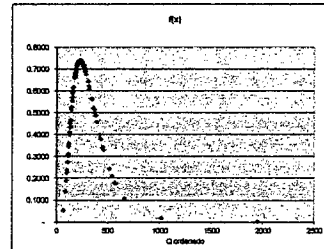
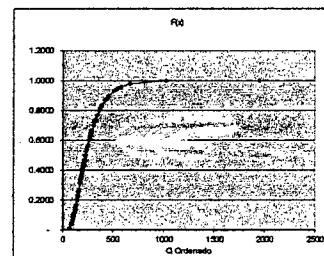
$$y = 6.438 + 2.326 \cdot 1.885$$

$$y = 6.8811$$

$$x = \ln(x)$$

$$x = e(y)$$

$$x = 806$$



ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN LOG - NORMAL DE 3 PARÁMETROS

AÑO	Q	Q ORDENADO	y = ln(x-a)	F(x)	f(x)
1914	377.0	68.7	6.62967	0.09568	0.99455
1915	364.0	68.2	6.65500	0.12349	1.19476
1916	182.0	94.4	6.65548	0.13647	1.28337
1917	455.0	100.2	6.87295	0.14625	1.34167
1918	221.0	102.4	6.67564	0.14989	1.36415
1919	390.0	107.6	6.68224	0.15908	1.41888
1920	364.0	112.2	6.68796	0.16732	1.46624
1921	364.0	112.3	6.68807	0.16749	1.46718
1922	390.0	113.0	6.68898	0.16982	1.47469
1923	364.0	114.1	6.69077	0.17895	1.53035
1924	247.0	120.4	6.73919	0.18276	1.55068
1925	1950.0	126.8	6.70298	0.19503	1.61435
1926	429.0	127.0	6.70622	0.19548	1.61629
1927	182.0	128.3	6.70786	0.19813	1.62955
1928	286.6	131.7	6.71199	0.20494	1.66287
1929	203.8	132.1	6.71242	0.20565	1.66529
1930	237.3	134.7	6.71556	0.21092	1.69136
1931	200.5	136.6	6.71787	0.21486	1.70970
1932	182.4	137.2	6.71861	0.21612	1.71555
1933	288.6	145.6	6.72877	0.23395	1.79437
1934	185.1	147.0	6.73040	0.23689	1.80677
1935	165.8	152.8	6.73732	0.24956	1.85840
1936	176.9	156.0	6.74113	0.25670	1.88620
1937	113.0	160.3	6.74617	0.26629	1.92205
1938	242.6	162.6	6.74883	0.27143	1.94058
1939	145.6	165.8	6.75258	0.27877	1.96624
1940	100.2	176.9	6.76953	0.30476	2.04969
1941	273.0	178.6	6.76740	0.30879	2.06161
1942	251.3	179.7	6.76873	0.31136	2.06934
1943	263.9	182.0	6.77135	0.31681	2.08450
1944	211.3	182.0	6.77135	0.31681	2.08450
1945	137.2	182.4	6.77185	0.31784	2.08736
1946	128.3	185.1	6.77452	0.32429	2.10491
1947	265.9	185.1	6.77492	0.32429	2.10491
1948	127.0	185.3	6.77507	0.32460	2.10574
1949	219.3	185.3	6.77507	0.32460	2.10574
1950	107.6	188.5	6.77873	0.33235	2.12588
1951	86.2	189.0	6.77934	0.33363	2.12913
1952	112.2	192.9	6.78379	0.34317	2.15240
1953	185.3	193.5	6.78444	0.34456	2.15568
1954	94.4	198.7	6.79029	0.35726	2.18414
1955	126.8	200.5	6.79229	0.36164	2.19336
1956	136.6	202.5	6.79458	0.36681	2.20346
1957	162.6	203.8	6.79608	0.36996	2.21010
1958	131.7	204.7	6.79702	0.37207	2.21413
1959	165.3	206.5	6.79904	0.37654	2.22252
1960	134.7	210.7	6.80368	0.38690	2.24077
1961	156.0	211.3	6.80433	0.38835	2.24320
1962	185.0	213.4	6.80678	0.39379	2.25200
1963	126.4	215.2	6.80966	0.39809	2.25865
1964	116.4	219.0	6.81293	0.40777	2.27257
1965	196.7	219.3	6.81323	0.40845	2.27350
1966	132.1	221.0	6.81508	0.41268	2.27909
1967	202.5	226.3	6.82093	0.42605	2.29502
1968	102.4	228.7	6.82248	0.43194	2.30119
1969	176.9	237.3	6.83277	0.45337	2.31929
1970	252.0	242.6	6.83847	0.46662	2.32708
1971	370.2	247.0	6.84321	0.47766	2.33159
1972	361.6	248.4	6.84472	0.48118	2.33268
1973	275.3	251.9	6.84840	0.48976	2.33449
1974	206.5	252.0	6.84853	0.49008	2.33454
1975	370.0	263.9	6.86103	0.51927	2.33253
1976	183.5	263.9	6.86107	0.51936	2.33251
1977	278.5	265.9	6.86312	0.52412	2.33099
1978	176.6	268.6	6.86602	0.53089	2.32825
1979	210.7	273.0	6.87056	0.54146	2.32264
1980	112.3	275.3	6.87292	0.54693	2.31908
1981	226.3	278.5	6.87622	0.55456	2.31339
1982	213.4	282.9	6.88063	0.56921	2.30399
1983	1018.9	286.6	6.88663	0.57953	2.28967
1984	290.0	290.0	6.88802	0.58171	2.28610
1985	66.7	306.7	6.90497	0.62000	2.22880
1986	248.4	315.7	6.91395	0.63985	2.19026
1987	226.7	323.8	6.92191	0.65713	2.15169
1988	192.6	341.6	6.93036	0.69390	2.05367
1989	306.7	344.2	6.94182	0.69889	2.03696
1990	147.0	361.6	6.95653	0.73205	1.92806
1991	204.7	364.0	6.96081	0.73644	1.91202
1992	185.1	364.0	6.96081	0.73644	1.91202
1993	419.9	364.0	6.96081	0.73644	1.91202
1994	263.9	364.0	6.96081	0.73644	1.91202
1995	160.3	370.2	6.96665	0.74748	1.87004
1996	219.0	376.0	6.97214	0.75763	1.82948
1997	215.2	376.5	6.97282	0.75851	1.82586
1998	662.2	377.0	6.97307	0.75932	1.82254
1999	341.6	388.3	6.98452	0.77970	1.73457
2000	223.8	390.0	6.98517	0.78062	1.72949
2001	450.2	390.0	6.98517	0.78062	1.72949
2002	315.7	418.9	7.01157	0.82368	1.51612
2003	188.5	429.0	7.02063	0.83708	1.44114
2004	192.9	450.2	7.03943	0.86271	1.28567
2005	376.5	456.0	7.04399	0.86799	1.25152
2006	541.4	513.9	7.09371	0.92078	0.86381
2007	344.2	541.4	7.11620	0.93653	0.71066
2008	572.9	568.2	7.13779	0.95238	0.58066
2009	513.9	572.9	7.14156	0.95452	0.55957
2010	388.3	662.2	7.20985	0.98170	0.26282
2011	282.9	1018.9	7.44392	0.99973	0.00587
2012	568.2	1950.0	7.87872	1.00000	0.00000

MEDIA	272.47
DESVEST	221.87

Si quiero conocer el caudal para $T_r = 100$ años,

sabiendo que $T_r = 1 / P_{pro} \text{ exp}$

$\rightarrow P_{pro} \text{ exp} = 1 / 100 = 0.01$

$\rightarrow P_{pro} \text{ exp} = 1 - P_{pro} \text{ exp} = 0.99$

$z = f(P_{pro} \text{ exp}) = \text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(0.99)$

$z = 2.3263$

$y = \mu + z \cdot \sigma$

$y = 5.731 + 2.326 \cdot 1.367$

$y = 7.2502$

$y = \ln(x - a)$

$x - a = e(y)$

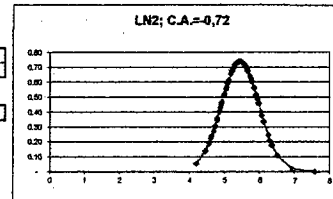
$x - a = 1408.38543$

$x = 7413.477 - 25.068$

$x = 718$

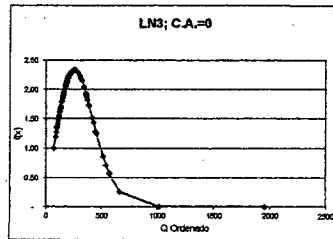
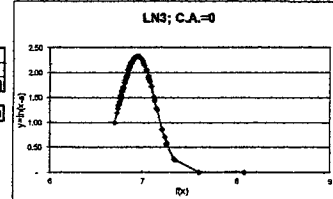
MEDIA	6.4383
DESVEST	0.5384

CASIMETI 0.7242



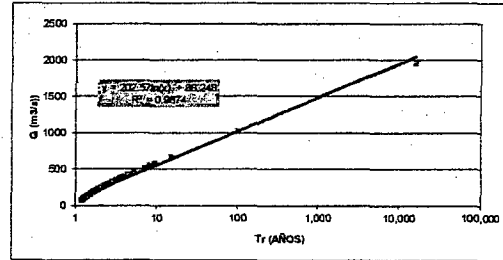
MEDIA	6.5523
DESVEST	0.1708
a	(890.49)

CASIMETI 2.42E+00



ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN GUMBEL

AÑO	Q	Ver. Reducida $y = (x - u)/a$	Tr
1914	377.0	68.7	1.21
1915	384.0	66.2	1.26
1916	182.0	94.4	1.29
1917	455.0	100.2	1.30
1918	221.0	102.4	1.31
1919	393.0	107.6	1.33
1920	384.0	112.2	1.34
1921	354.0	112.3	1.34
1922	390.0	113.0	1.35
1923	354.0	116.4	1.35
1924	247.0	120.4	1.37
1925	1950.0	126.8	1.40
1926	428.0	127.0	1.40
1927	182.0	128.3	1.40
1928	288.6	131.7	1.41
1929	203.8	132.1	1.42
1930	237.3	134.7	1.43
1931	200.5	136.8	1.43
1932	182.4	137.2	1.44
1933	268.6	145.6	1.47
1934	185.1	147.0	1.48
1935	165.8	152.6	1.50
1936	176.9	156.0	1.52
1937	113.0	160.3	1.54
1938	242.6	162.8	1.55
1939	145.6	165.8	1.56
1940	100.2	176.9	1.62
1941	273.0	178.6	1.63
1942	251.9	179.7	1.63
1943	263.9	182.0	1.65
1944	211.3	182.0	1.65
1945	137.2	182.4	1.65
1946	128.3	185.1	1.66
1947	265.9	185.1	1.66
1948	127.0	185.3	1.67
1949	219.3	185.3	1.67
1950	107.6	188.5	1.68
1951	95.2	189.0	1.69
1952	112.2	192.9	1.71
1953	185.3	193.5	1.71
1954	94.4	198.7	1.74
1955	126.8	200.5	1.75
1956	136.6	202.5	1.77
1957	162.6	203.8	1.77
1958	131.7	204.7	1.78
1959	185.3	206.5	1.79
1960	134.7	210.7	1.82
1961	156.0	211.3	1.82
1962	189.0	213.4	1.83
1963	120.4	215.2	1.85
1964	118.4	219.0	1.87
1965	158.7	219.3	1.87
1966	132.1	221.0	1.89
1967	202.5	226.3	1.92
1968	102.4	228.7	1.94
1969	179.7	237.3	2.00
1970	252.0	242.6	2.04
1971	370.2	247.0	2.08
1972	361.6	248.4	2.09
1973	275.3	251.9	2.12
1974	206.5	252.0	2.12
1975	376.0	263.9	2.22
1976	193.5	263.9	2.22
1977	278.5	265.9	2.24
1978	178.6	268.6	2.26
1979	210.7	273.0	2.30
1980	112.3	275.3	2.32
1981	226.3	278.6	2.36
1982	213.4	282.9	2.40
1983	1018.9	288.6	2.45
1984	290.0	290.0	2.47
1985	66.7	306.7	2.55
1986	248.4	315.7	2.75
1987	228.7	323.8	2.85
1988	152.8	341.6	3.06
1989	306.7	344.2	3.12
1990	147.0	361.6	3.37
1991	204.7	364.0	3.41
1992	195.1	364.0	3.41
1993	418.9	364.0	3.41
1994	263.9	364.0	3.41
1995	160.3	370.2	3.51
1996	219.0	378.0	3.60
1997	215.2	376.5	3.61
1998	852.7	377.0	3.62
1999	341.6	383.3	3.83
2000	323.8	390.0	3.84
2001	450.2	390.0	3.84
2002	315.7	418.9	4.40
2003	188.5	426.0	4.62
2004	192.9	450.2	5.12
2005	378.5	456.0	5.24
2006	541.4	513.9	7.01
2007	344.2	541.4	8.06
2008	572.9	568.2	9.24
2009	513.9	572.9	9.47
2010	369.3	662.2	15.07
2011	292.9	1018.9	4.62
2012	368.2	1950.0	9.68



$$F(x > X) = 1 - e^{-e^{-y}} = \frac{1}{Tr}$$

$$y = \frac{x - u}{a}$$

Si quiero conocer el caudal para $Tr = 100$ años,
sabiendo que:

$$1 - e(-e(-y)) = 0.01$$

$$e(-e(-y)) = 0.99$$

$$-e(-y) = -0.01005$$

$$e(-y) = 0.01005$$

$$-y = -4.600149$$

$$y = 4.600149$$

$$y = \frac{x - u}{a}$$

$$x = u + a \cdot y$$

$$x = 1018.9$$

x medio	272.47	0.5599
desv. Est. x (S)	221.87	1.2050
n = número	99	
m medio =	0.5599	
Sn =	1.2050	
parámetros según n		
a = Sx / Sn =	185.87	
u = x - ym * a =	169.47	

VALORES GUMBEL

Media reducida

Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5230	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600									

Desviación típica
reducida S_n

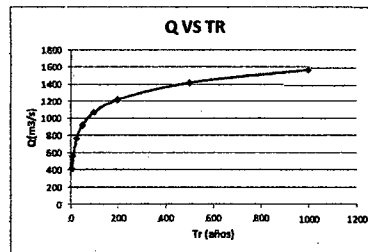
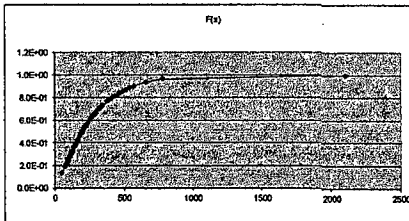
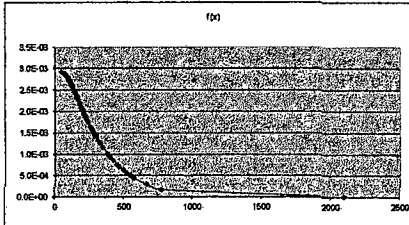
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.2260	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.3880
40	1.1413	1.1430	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS

AÑO	Q (m³/s)	DATOS ORDENADOS	F(x)	Fp(x)
1914	406.0	51.3	2.811E-03	1.330E-01
1915	352.0	62.8	2.772E-03	2.518E-01
1916	196.0	72.6	2.870E-03	1.847E-01
1917	490.0	107.9	2.678E-03	2.831E-01
1918	238.0	78.7	2.845E-03	2.123E-01
1919	420.0	115.9	2.625E-03	3.142E-01
1920	392.0	120.8	2.591E-03	3.271E-01
1921	392.0	86.4	2.807E-03	2.339E-01
1922	420.0	121.7	2.584E-03	3.283E-01
1923	392.0	91.1	2.782E-03	2.472E-01
1924	266.0	92.7	2.773E-03	2.514E-01
1925	2100.0	87.5	2.744E-03	2.649E-01
1926	462.0	138.8	2.476E-03	3.674E-01
1927	196.0	138.2	2.465E-03	3.710E-01
1928	310.8	101.3	2.721E-03	2.733E-01
1929	218.5	101.6	2.719E-03	2.780E-01
1930	255.5	103.8	2.707E-03	2.814E-01
1931	215.9	105.1	2.697E-03	2.854E-01
1932	280.3	147.7	2.529E-03	3.942E-01
1933	280.3	156.8	2.528E-03	4.157E-01
1934	199.4	113.1	2.644E-03	3.088E-01
1935	178.5	117.5	2.613E-03	3.185E-01
1936	190.5	120.0	2.596E-03	3.250E-01
1937	121.7	180.3	2.302E-03	4.237E-01
1938	261.2	125.1	2.561E-03	3.380E-01
1939	156.8	178.5	2.167E-03	4.944E-01
1940	107.9	190.5	2.079E-03	4.899E-01
1941	294.0	137.4	2.471E-03	3.691E-01
1942	271.3	138.2	2.465E-03	3.711E-01
1943	284.2	189.0	2.040E-03	5.012E-01
1944	227.5	196.0	2.040E-03	5.012E-01
1945	147.7	186.5	2.037E-03	5.021E-01
1946	138.2	199.4	2.016E-03	5.080E-01
1947	280.3	142.4	2.435E-03	3.813E-01
1948	136.8	199.5	2.015E-03	5.083E-01
1949	236.2	142.5	2.434E-03	3.815E-01
1950	115.9	188.5	2.094E-03	4.856E-01
1951	82.8	145.4	2.413E-03	3.889E-01
1952	120.8	192.9	2.062E-03	4.948E-01
1953	199.5	148.8	2.387E-03	3.968E-01
1954	72.6	152.8	2.357E-03	4.053E-01
1955	97.5	215.9	1.900E-03	5.403E-01
1956	105.1	155.8	2.336E-03	4.131E-01
1957	125.1	219.5	1.879E-03	5.472E-01
1958	101.3	157.5	2.323E-03	4.171E-01
1959	142.5	158.8	2.313E-03	4.203E-01
1960	103.6	182.1	2.289E-03	4.277E-01
1961	120.0	227.5	1.821E-03	5.619E-01
1962	145.4	164.2	2.273E-03	4.326E-01
1963	82.7	215.2	1.905E-03	5.389E-01
1964	81.1	219.0	1.878E-03	5.463E-01
1965	152.8	236.2	1.763E-03	5.775E-01
1966	101.6	238.0	1.751E-03	5.807E-01
1967	155.8	174.1	2.185E-03	4.546E-01
1968	78.7	175.9	2.185E-03	4.567E-01
1969	138.2	255.5	1.638E-03	6.103E-01
1970	183.9	281.2	1.603E-03	6.196E-01
1971	284.6	266.0	1.574E-03	6.272E-01
1972	278.2	191.1	2.075E-03	4.911E-01
1973	211.8	271.3	1.542E-03	6.354E-01
1974	158.8	193.9	2.055E-03	4.988E-01
1975	289.2	263.8	1.587E-03	6.238E-01
1976	148.8	284.2	1.486E-03	6.548E-01
1977	214.2	286.3	1.454E-03	6.578E-01
1978	137.4	289.3	1.437E-03	6.622E-01
1979	162.1	294.0	1.411E-03	6.689E-01
1980	98.4	211.8	1.928E-03	5.324E-01
1981	174.1	214.2	1.911E-03	5.371E-01
1982	164.2	282.9	1.473E-03	6.530E-01
1983	783.8	310.8	1.319E-03	6.919E-01
1984	223.1	223.1	1.851E-03	5.538E-01
1985	51.3	235.9	1.764E-03	5.771E-01
1986	191.1	315.7	1.234E-03	6.883E-01
1987	175.9	323.8	1.253E-03	7.005E-01
1988	117.5	341.6	1.185E-03	7.301E-01
1989	235.9	344.2	1.153E-03	7.330E-01
1990	113.1	278.2	1.501E-03	6.459E-01
1991	157.5	392.0	9.486E-04	7.831E-01
1992	142.4	392.0	9.486E-04	7.831E-01
1993	322.2	392.0	9.486E-04	7.831E-01
1994	263.9	392.0	9.486E-04	7.831E-01
1995	160.3	284.8	1.463E-03	6.556E-01
1996	219.0	289.2	1.437E-03	6.622E-01
1997	215.2	376.5	1.009E-03	7.680E-01
1998	662.2	406.0	9.828E-04	7.960E-01
1999	341.8	389.3	9.573E-04	7.806E-01
2000	323.8	420.0	8.418E-04	8.081E-01
2001	450.2	420.0	8.418E-04	8.081E-01
2002	315.7	322.2	1.260E-03	7.066E-01
2003	188.5	462.0	7.044E-04	8.405E-01
2004	192.9	490.2	7.409E-04	8.320E-01
2005	376.5	490.0	6.248E-04	8.561E-01
2006	541.4	513.8	5.637E-04	8.733E-01
2007	344.2	541.4	5.003E-04	8.878E-01
2008	572.9	568.2	4.452E-04	9.006E-01
2009	513.9	572.9	4.361E-04	9.028E-01
2010	389.3	662.2	2.942E-04	9.349E-01
2011	282.9	783.8	1.709E-04	9.625E-01
2012	369.2	2190.0	3.895E-07	9.956E-01

estadísticos	x (media)	260.4
	s2 (varianza)	54033.2
parámetros	α	1.255
	β	207.49



PREDICCIÓN DE CAUDALES SEGÚN DIFERENTES TR

Si quiero conocer el caudal para $Tr = 100$ años,

sabiendo que $Tr = 1 / P_{exc}$ 1000

→ $P_{exc} = 1 / 100 = 0.001$

→ $P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.999$

$x = f(P_{exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P_{exc}, \alpha, \beta)$

$x = 1.567$

Ya que fue el mejor modelo, se grafica Q vs Tr

Tr	Q (m³/s)
5	411
10	567
25	770
50	921
100	1072
200	1222
500	1419
1000	1567

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

Probabilidad de no excedencia F(x)							Diferencia Delta D					Cuadrados de los Delta D				
DATOS	Empírica	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Gamma	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Gamma	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Gamma
1 51.3	0.010	0.184	0.008	0.098	0.184	0.133	0.174	0.002	0.088	0.174	0.123	0.030	0.000	0.008	0.030	0.015
2 92.8	0.020	0.235	0.080	0.162	0.256	0.252	0.215	0.060	0.142	0.236	0.232	0.046	0.004	0.020	0.056	0.054
3 72.6	0.030	0.210	0.034	0.128	0.220	0.195	0.180	0.004	0.098	0.190	0.165	0.032	0.000	0.010	0.036	0.027
4 107.9	0.040	0.256	0.125	0.190	0.284	0.293	0.216	0.085	0.150	0.244	0.253	0.047	0.007	0.022	0.059	0.064
5 78.7	0.050	0.217	0.046	0.138	0.231	0.212	0.167	0.004	0.088	0.181	0.162	0.028	0.000	0.008	0.033	0.026
6 115.9	0.060	0.267	0.151	0.205	0.298	0.314	0.207	0.091	0.145	0.238	0.254	0.043	0.008	0.021	0.057	0.065
7 120.8	0.070	0.274	0.168	0.215	0.308	0.327	0.204	0.098	0.145	0.238	0.257	0.042	0.010	0.021	0.057	0.066
8 88.4	0.080	0.227	0.063	0.151	0.244	0.234	0.147	0.017	0.071	0.164	0.154	0.022	0.000	0.005	0.027	0.024
9 121.7	0.090	0.275	0.172	0.217	0.309	0.329	0.185	0.082	0.127	0.219	0.239	0.034	0.007	0.016	0.048	0.057
10 91.1	0.100	0.233	0.075	0.159	0.253	0.247	0.133	0.025	0.059	0.153	0.147	0.018	0.001	0.003	0.023	0.022
11 92.7	0.110	0.235	0.079	0.162	0.258	0.251	0.125	0.031	0.052	0.146	0.141	0.016	0.001	0.003	0.021	0.020
12 97.5	0.120	0.242	0.093	0.170	0.264	0.265	0.122	0.027	0.050	0.144	0.145	0.015	0.001	0.003	0.021	0.021
13 136.8	0.130	0.287	0.228	0.248	0.338	0.367	0.167	0.096	0.118	0.208	0.237	0.028	0.009	0.014	0.043	0.056
14 138.2	0.140	0.300	0.232	0.252	0.341	0.371	0.160	0.092	0.112	0.201	0.231	0.025	0.008	0.012	0.040	0.053
15 101.3	0.150	0.247	0.104	0.177	0.271	0.275	0.097	0.046	0.027	0.121	0.125	0.009	0.002	0.001	0.015	0.016
16 101.6	0.160	0.247	0.105	0.178	0.272	0.276	0.087	0.055	0.018	0.112	0.116	0.008	0.003	0.000	0.013	0.013
17 103.6	0.170	0.250	0.111	0.181	0.276	0.281	0.080	0.059	0.011	0.106	0.111	0.006	0.003	0.000	0.011	0.012
18 105.1	0.180	0.252	0.116	0.184	0.278	0.285	0.072	0.064	0.004	0.098	0.105	0.005	0.004	0.000	0.010	0.011
19 147.7	0.190	0.314	0.267	0.273	0.359	0.394	0.124	0.077	0.083	0.169	0.204	0.015	0.006	0.007	0.028	0.042
20 156.8	0.200	0.328	0.302	0.293	0.378	0.416	0.128	0.102	0.093	0.176	0.216	0.016	0.010	0.009	0.031	0.047
21 113.1	0.210	0.263	0.142	0.200	0.293	0.307	0.053	0.068	0.010	0.083	0.097	0.003	0.005	0.000	0.007	0.009
22 117.5	0.220	0.269	0.157	0.208	0.302	0.319	0.049	0.063	0.012	0.082	0.099	0.002	0.004	0.000	0.007	0.010
23 120.0	0.230	0.273	0.166	0.213	0.306	0.325	0.043	0.064	0.017	0.076	0.095	0.002	0.004	0.000	0.006	0.009
24 160.3	0.240	0.333	0.315	0.301	0.383	0.424	0.093	0.075	0.061	0.143	0.184	0.009	0.006	0.004	0.020	0.034
25 125.1	0.250	0.280	0.183	0.224	0.316	0.338	0.030	0.067	0.026	0.066	0.088	0.001	0.004	0.001	0.004	0.008
26 178.5	0.260	0.362	0.382	0.344	0.417	0.464	0.102	0.122	0.084	0.157	0.204	0.010	0.015	0.007	0.025	0.042
27 190.5	0.270	0.382	0.425	0.373	0.440	0.490	0.112	0.155	0.103	0.170	0.220	0.013	0.024	0.011	0.029	0.048
28 137.4	0.280	0.298	0.229	0.250	0.339	0.369	0.018	0.051	0.030	0.059	0.089	0.000	0.003	0.001	0.003	0.008
29 138.2	0.290	0.300	0.232	0.252	0.341	0.371	0.010	0.058	0.038	0.051	0.081	0.000	0.003	0.001	0.003	0.007
30 196.0	0.300	0.391	0.443	0.388	0.450	0.501	0.091	0.143	0.088	0.150	0.201	0.008	0.021	0.007	0.023	0.040
31 196.0	0.310	0.391	0.443	0.386	0.450	0.501	0.081	0.133	0.076	0.140	0.191	0.007	0.018	0.006	0.020	0.037
32 198.5	0.320	0.392	0.445	0.387	0.451	0.502	0.072	0.125	0.067	0.131	0.182	0.005	0.016	0.005	0.017	0.033
33 199.4	0.330	0.398	0.455	0.394	0.457	0.508	0.066	0.125	0.064	0.127	0.178	0.004	0.016	0.004	0.016	0.032
34 142.4	0.340	0.306	0.247	0.261	0.349	0.381	0.034	0.093	0.079	0.009	0.041	0.001	0.009	0.006	0.000	0.002
35 199.5	0.350	0.397	0.455	0.395	0.457	0.508	0.047	0.105	0.045	0.107	0.158	0.002	0.011	0.002	0.011	0.025
36 142.5	0.360	0.306	0.248	0.261	0.349	0.382	0.054	0.112	0.099	0.011	0.022	0.003	0.013	0.010	0.000	0.000
37 188.5	0.370	0.378	0.417	0.368	0.436	0.486	0.008	0.047	0.002	0.066	0.116	0.000	0.002	0.000	0.004	0.013
38 145.4	0.380	0.310	0.259	0.267	0.354	0.389	0.070	0.121	0.113	0.026	0.009	0.005	0.015	0.013	0.001	0.000
39 182.9	0.390	0.386	0.433	0.379	0.445	0.495	0.004	0.043	0.011	0.055	0.105	0.000	0.002	0.000	0.003	0.011
40 148.8	0.400	0.316	0.272	0.275	0.361	0.397	0.084	0.128	0.125	0.039	0.003	0.007	0.016	0.016	0.002	0.000
41 152.8	0.410	0.322	0.287	0.284	0.369	0.408	0.088	0.123	0.128	0.041	0.004	0.008	0.015	0.016	0.002	0.000
42 215.9	0.420	0.424	0.508	0.435	0.487	0.540	0.004	0.088	0.015	0.067	0.120	0.000	0.008	0.000	0.004	0.014
43 155.8	0.430	0.326	0.298	0.291	0.374	0.413	0.104	0.132	0.139	0.056	0.017	0.011	0.018	0.019	0.003	0.000
44 219.5	0.440	0.430	0.520	0.444	0.493	0.547	0.010	0.080	0.004	0.053	0.107	0.000	0.006	0.000	0.003	0.011
45 157.5	0.450	0.329	0.304	0.295	0.377	0.417	0.121	0.146	0.155	0.073	0.033	0.015	0.021	0.024	0.005	0.001
46 156.8	0.460	0.331	0.309	0.298	0.380	0.420	0.129	0.151	0.162	0.080	0.040	0.017	0.023	0.026	0.006	0.002
47 162.1	0.470	0.336	0.321	0.305	0.386	0.428	0.134	0.149	0.165	0.084	0.042	0.018	0.022	0.027	0.007	0.002
48 227.5	0.480	0.444	0.544	0.463	0.508	0.562	0.036	0.064	0.017	0.028	0.082	0.001	0.004	0.000	0.001	0.007
49 164.2	0.490	0.339	0.329	0.310	0.390	0.433	0.151	0.161	0.180	0.100	0.057	0.023	0.028	0.032	0.010	0.003
50 215.2	0.500	0.423	0.506	0.433	0.486	0.539	0.077	0.096	0.067	0.014	0.039	0.006	0.000	0.005	0.000	0.002
51 219.0	0.510	0.429	0.518	0.442	0.493	0.546	0.081	0.098	0.068	0.017	0.036	0.007	0.000	0.005	0.000	0.001
52 238.2	0.520	0.458	0.569	0.484	0.523	0.577	0.062	0.049	0.036	0.003	0.057	0.004	0.002	0.001	0.000	0.003
53 238.0	0.530	0.482	0.574	0.489	0.526	0.581	0.068	0.044	0.041	0.004	0.051	0.005	0.002	0.002	0.000	0.003
54 174.1	0.540	0.355	0.366	0.333	0.409	0.455	0.185	0.174	0.207	0.131	0.085	0.034	0.030	0.043	0.017	0.007
55 175.9	0.550	0.358	0.372	0.338	0.412	0.459	0.192	0.178	0.212	0.138	0.091	0.037	0.032	0.045	0.019	0.008
56 255.5	0.560	0.492	0.620	0.531	0.557	0.610	0.068	0.060	0.029	0.003	0.050	0.005	0.004	0.001	0.000	0.003
57 281.2	0.570	0.501	0.634	0.544	0.598	0.620	0.069	0.064	0.026	0.004	0.050	0.005	0.004	0.001	0.000	0.002
58 266.0	0.580	0.510	0.646	0.555	0.574	0.627	0.070	0.066	0.025	0.006	0.047	0.005	0.004	0.001	0.000	0.002
59 191.1	0.590	0.383	0.426	0.374	0.441	0.491	0.207	0.164	0.216	0.149	0.099	0.043	0.027	0.047	0.022	0.010
60 271.3	0.600	0.519	0.658	0.587	0.583	0.635	0.081	0.058	0.033	0.017	0.035	0.007	0.003	0.001	0.000	0.001
61 193.9	0.610	0.387	0.436	0.381	0.446	0.497	0.223	0.174	0.229	0.164	0.113	0.050	0.030	0.053	0.027	0.013
62 263.9	0.620	0.506	0.641	0.550	0.571	0.624	0.114	0.021	0.070	0.049	0.004	0.013	0.000	0.005	0.002	0.000
63 284.2	0.630	0.541	0.68													

TESIS: "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE"

67	211.8	0.870	0.417	0.485	0.425	0.479	0.532	0.253	0.175	0.245	0.191	0.138	0.064	0.031	0.060	0.036	0.019
68	214.2	0.680	0.421	0.503	0.431	0.484	0.537	0.259	0.177	0.249	0.196	0.143	0.067	0.031	0.062	0.038	0.020
69	282.9	0.690	0.539	0.684	0.594	0.602	0.653	0.151	0.006	0.096	0.088	0.037	0.023	0.000	0.009	0.008	0.001
70	310.8	0.700	0.586	0.738	0.654	0.644	0.692	0.114	0.038	0.046	0.056	0.008	0.013	0.001	0.002	0.003	0.000
71	223.1	0.710	0.436	0.530	0.452	0.500	0.554	0.274	0.180	0.258	0.210	0.156	0.075	0.032	0.066	0.044	0.024
72	235.9	0.720	0.458	0.568	0.484	0.523	0.577	0.262	0.152	0.238	0.197	0.143	0.069	0.023	0.058	0.039	0.020
73	315.7	0.730	0.594	0.746	0.664	0.651	0.698	0.136	0.016	0.068	0.079	0.032	0.018	0.000	0.004	0.006	0.001
74	323.8	0.740	0.607	0.760	0.681	0.663	0.709	0.133	0.020	0.059	0.077	0.031	0.018	0.000	0.004	0.006	0.001
75	341.6	0.750	0.637	0.767	0.715	0.687	0.730	0.113	0.037	0.035	0.063	0.020	0.013	0.001	0.001	0.004	0.000
76	344.2	0.760	0.641	0.761	0.720	0.691	0.733	0.119	0.031	0.040	0.069	0.027	0.014	0.001	0.002	0.005	0.001
77	278.2	0.770	0.530	0.673	0.583	0.594	0.646	0.240	0.097	0.187	0.176	0.124	0.057	0.009	0.035	0.031	0.015
78	392.0	0.780	0.714	0.848	0.798	0.749	0.783	0.066	0.068	0.018	0.031	0.003	0.004	0.005	0.000	0.001	0.000
79	392.0	0.790	0.714	0.848	0.798	0.749	0.783	0.076	0.058	0.008	0.041	0.007	0.006	0.003	0.000	0.002	0.000
80	392.0	0.800	0.714	0.848	0.798	0.749	0.783	0.086	0.048	0.002	0.051	0.017	0.007	0.002	0.000	0.003	0.000
81	392.0	0.810	0.714	0.848	0.798	0.749	0.783	0.096	0.038	0.012	0.061	0.027	0.009	0.001	0.000	0.004	0.001
82	284.8	0.820	0.542	0.688	0.598	0.604	0.656	0.278	0.132	0.222	0.216	0.164	0.077	0.018	0.049	0.046	0.027
83	289.2	0.830	0.549	0.697	0.608	0.611	0.662	0.281	0.133	0.222	0.218	0.168	0.079	0.018	0.049	0.046	0.028
84	376.5	0.840	0.691	0.832	0.775	0.731	0.788	0.149	0.008	0.065	0.109	0.072	0.022	0.000	0.004	0.012	0.005
85	406.0	0.850	0.734	0.862	0.818	0.785	0.796	0.116	0.012	0.032	0.085	0.054	0.013	0.000	0.001	0.007	0.003
86	389.3	0.860	0.710	0.846	0.794	0.746	0.781	0.150	0.014	0.068	0.114	0.079	0.022	0.000	0.004	0.013	0.008
87	420.0	0.870	0.754	0.874	0.836	0.779	0.808	0.116	0.004	0.034	0.091	0.062	0.013	0.000	0.001	0.008	0.004
88	420.0	0.880	0.754	0.874	0.836	0.779	0.808	0.126	0.006	0.044	0.101	0.072	0.016	0.000	0.002	0.010	0.005
89	322.2	0.890	0.605	0.757	0.677	0.681	0.707	0.285	0.133	0.213	0.229	0.183	0.081	0.018	0.045	0.053	0.034
90	482.0	0.900	0.807	0.904	0.883	0.818	0.841	0.093	0.004	0.017	0.082	0.059	0.009	0.000	0.000	0.007	0.004
91	450.2	0.910	0.793	0.897	0.871	0.808	0.832	0.117	0.013	0.039	0.102	0.078	0.014	0.000	0.002	0.010	0.006
92	490.0	0.920	0.838	0.920	0.907	0.841	0.859	0.082	0.000	0.013	0.079	0.061	0.007	0.000	0.000	0.006	0.004
93	513.9	0.930	0.862	0.931	0.925	0.858	0.873	0.068	0.001	0.005	0.072	0.057	0.005	0.000	0.000	0.005	0.003
94	541.4	0.940	0.887	0.942	0.941	0.875	0.888	0.053	0.002	0.001	0.065	0.052	0.003	0.000	0.000	0.004	0.003
95	568.2	0.950	0.907	0.951	0.954	0.891	0.901	0.043	0.001	0.004	0.059	0.049	0.002	0.000	0.000	0.004	0.002
96	572.9	0.960	0.911	0.953	0.958	0.893	0.903	0.049	0.007	0.004	0.067	0.057	0.002	0.000	0.000	0.004	0.003
97	662.2	0.970	0.958	0.972	0.982	0.931	0.935	0.012	0.002	0.012	0.039	0.035	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
98	783.8	0.980	0.988	0.988	0.995	0.983	0.982	0.008	0.006	0.015	0.017	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
99	2100.0	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

α	C_{α}	0.285	0.180	0.258	0.244	0.257	1.740	0.778	1.096	1.464	1.420
		Rechazada	Aceptada	Rechazada	Aceptada	Rechazada	Aceptada				
10%	1.224			0.1230				0.77801			
5%	1.358			0.1365							
1%	1.628			0.1636							

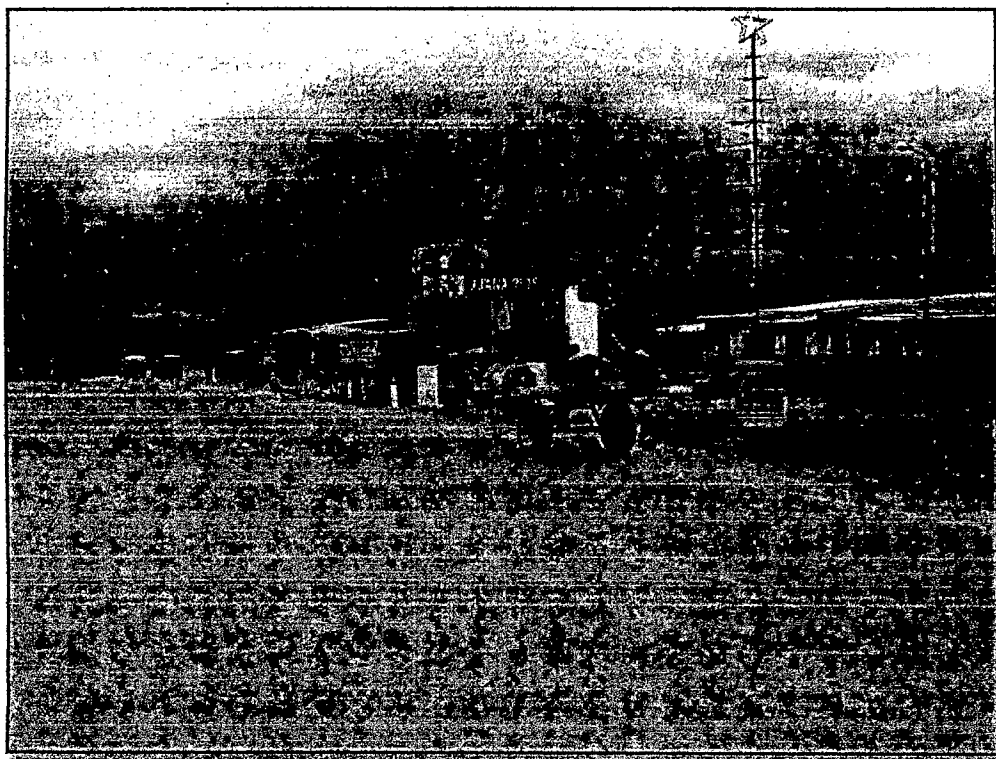
RESULTADOS HOJA EXCEL

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
		5	10	25	50	100	200	500
RACARUMI	Log Normal 2P (A)	351.00	455.00	601.00	719.00	844.00	979.00	1.170.00
	Log Normal 3P (B)	393.00	481.00	583.00	720.00	720.00	783.00	865.00
	Gumbel (C)	441.96	586.20	769.00	904.60	1.039.10	1.173.20	1.350.10
	Gamma (D)	411.00	567.00	770.00	921.00	1.072.00	1.222.00	1.419.00
	ELECCIÓN = Promedio (C) y (D)	426.48	576.60	769.50	912.80	1.055.55	1.197.60	1.384.55

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	MÉTODO	DETERMINACIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
				5	10	25	50	100	200	500
RACARUMI	Normal	Ordinarios (1)	0.1895		456.01	558.35	667.45	737.91	801.27	859.26
		Lineales (2)	0.1651		396.40	467.55	543.40	592.38	636.44	676.75
	Log Normal 2P	Ordinarios (3)	0.0448		350.80	455.17	600.83	718.84	844.63	978.93
		Lineales (4)	0.0454		348.73	451.08	593.48	708.52	830.91	961.34
	Log Normal 3P	Ordinarios (5)	0.0375		350.14	472.42	656.07	814.20	990.71	1.187.24
		Lineales (6)	0.085		376.86	474.47	594.71	681.49	765.74	847.80
	Gamma 2P	Ordinarios (7)	0.2273		416.08	587.20	811.69	980.61	1.148.78	1.315.95
		Lineales (8)	0.1907		427.65	563.65	735.50	862.99	898.53	1.115.61
	Gumbel	Ordinarios (9)	0.0961		381.79	480.50	605.22	697.75	789.59	881.10
		Lineales (10)	0.07		326.37	461.36	714.45	988.26	1.363.75	1.879.70
	Log Gumbel	Lineales (11)	0.0729		330.78	472.71	742.20	1.037.20	1.445.89	2.013.17
	ELECCIÓN = de 5-10 años (7), 25-50 años promedio (3 y 5), 100-1000 años (7) y 1000 años (5)				416.08	587.20	828.45	853.55	1.148.78	1.315.95

ANEXO VII

Fotografía N° 01: Ingreso a Badén Juana Ríos



Fotografía N° 02: Tránsito de vehículos Badén Juana Ríos



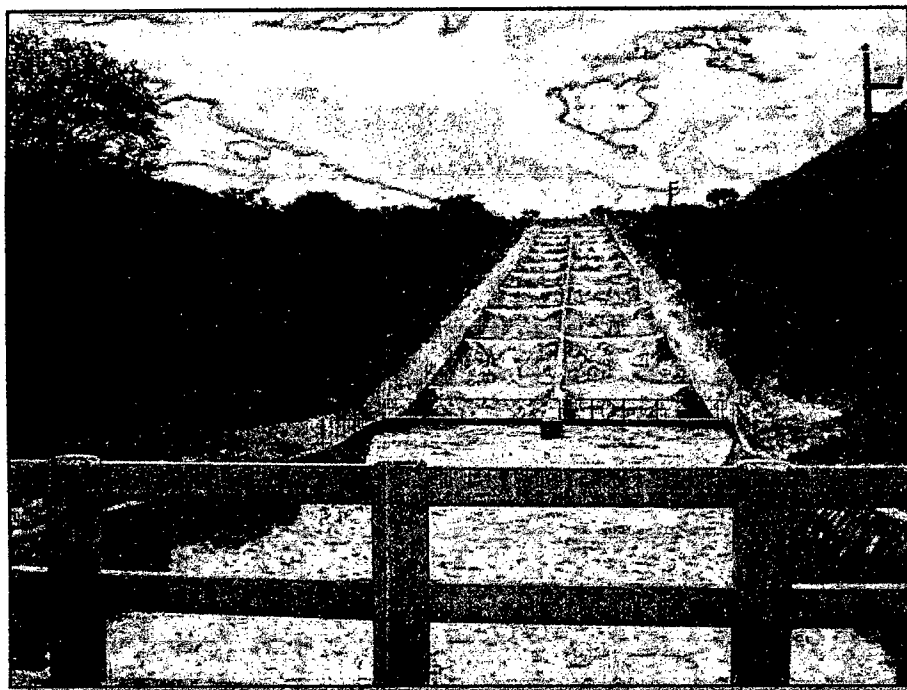
Fotografía N° 03: Parte media del Badén Juana Ríos



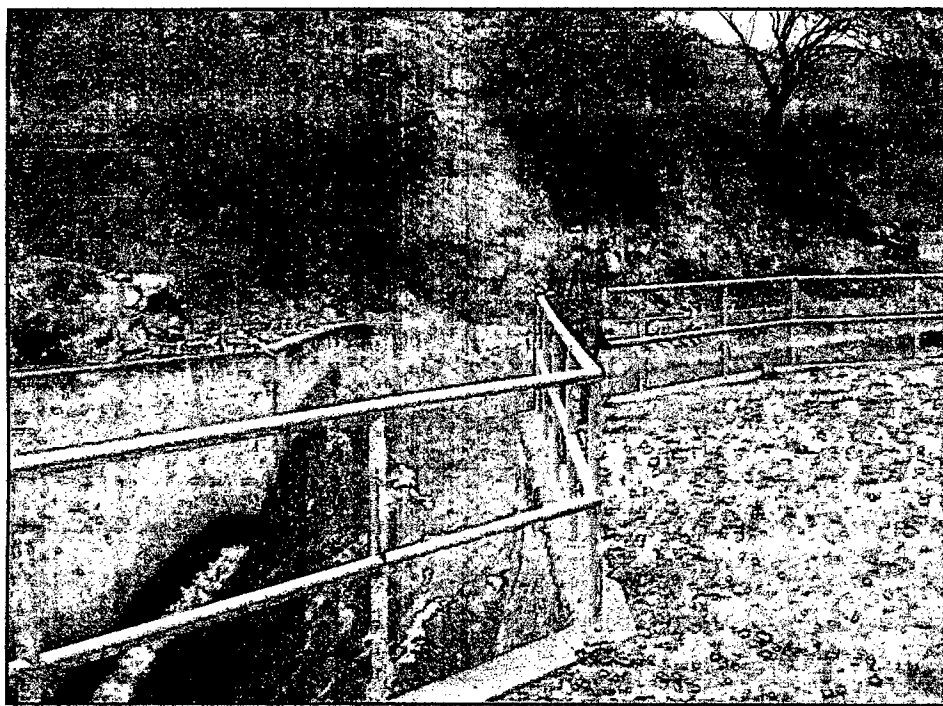
Fotografía N° 04: Pequeño dique - ingreso del Badén Juana Ríos – Margen izquierda



Fotografía N° 05: La Cascada – Infraestructura Hidráulica Tinajones - Ubicada en el Distrito Chongoyape



Fotografía N° 06: Canal de descarga – Infraestructura hidráulica Tinajones



Fotografía N° 07: Área agrícola parte baja del Distrito Chongoyape



Fotografía N° 08: Desbordamiento del canal alimentador – afectado por la máxima avenida



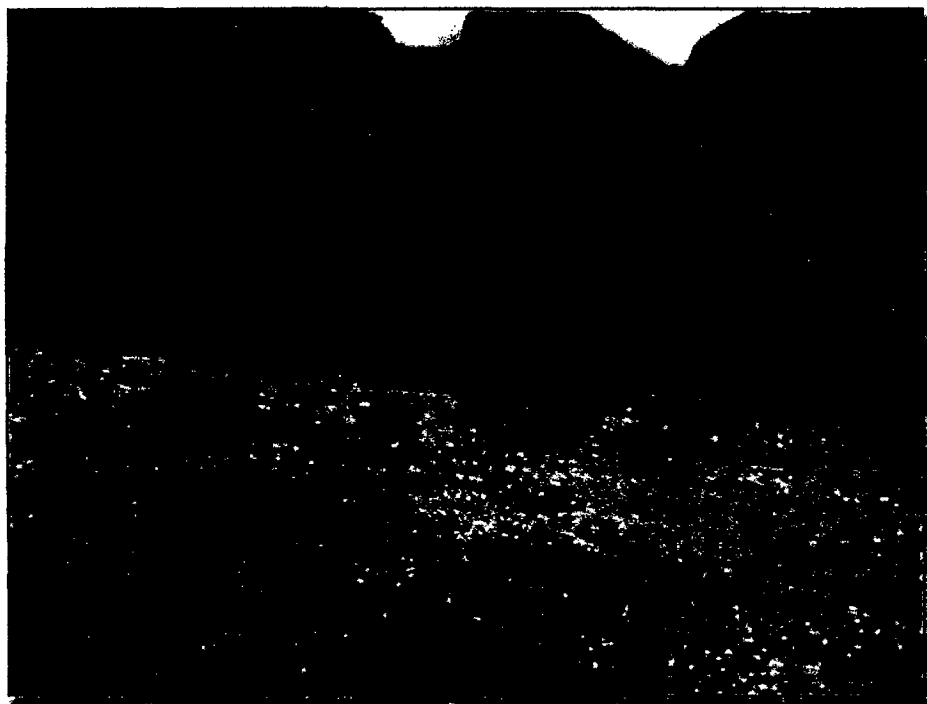
Fotografía N° 09: Estribo derecho –Presa Majín



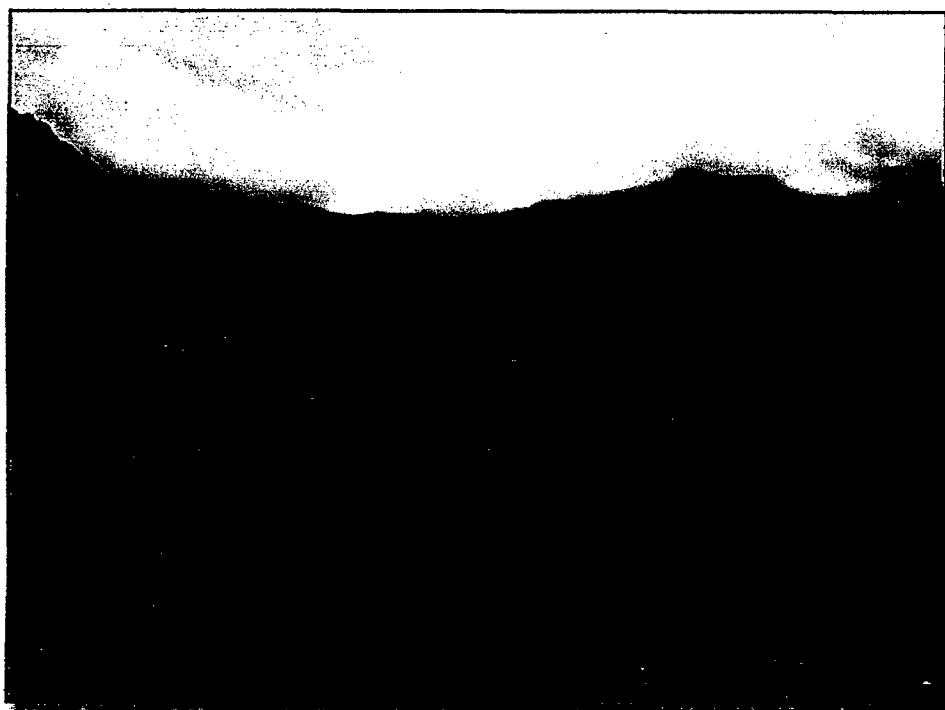
Fotografía N° 10: Estribo derecho –Presa Majín



Fotografía N° 11: Estribo izquierdo –Presa Majín



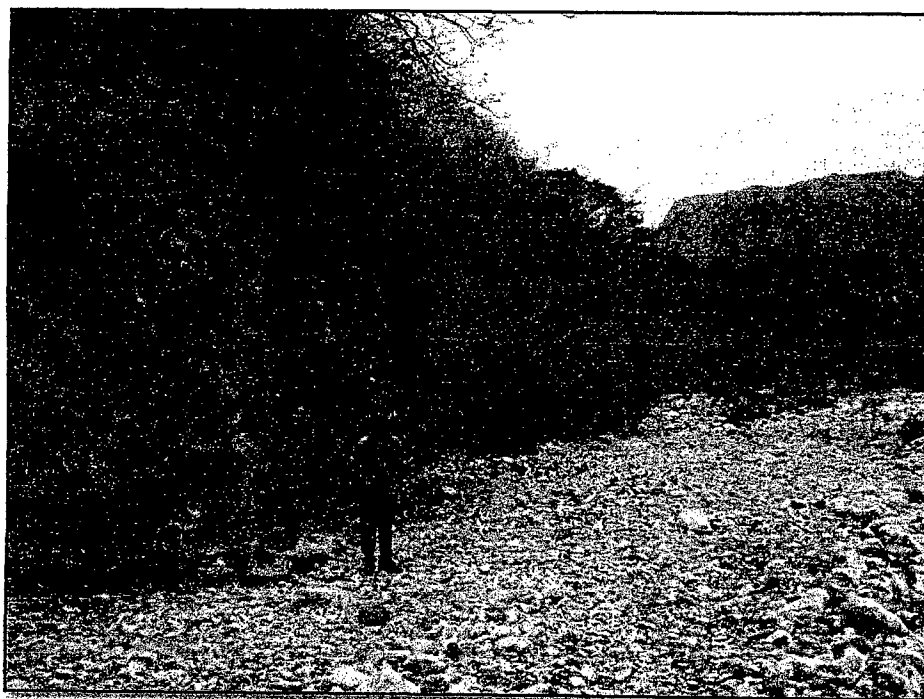
Fotografía N° 12 Alternativa – Eje de Presa Majín



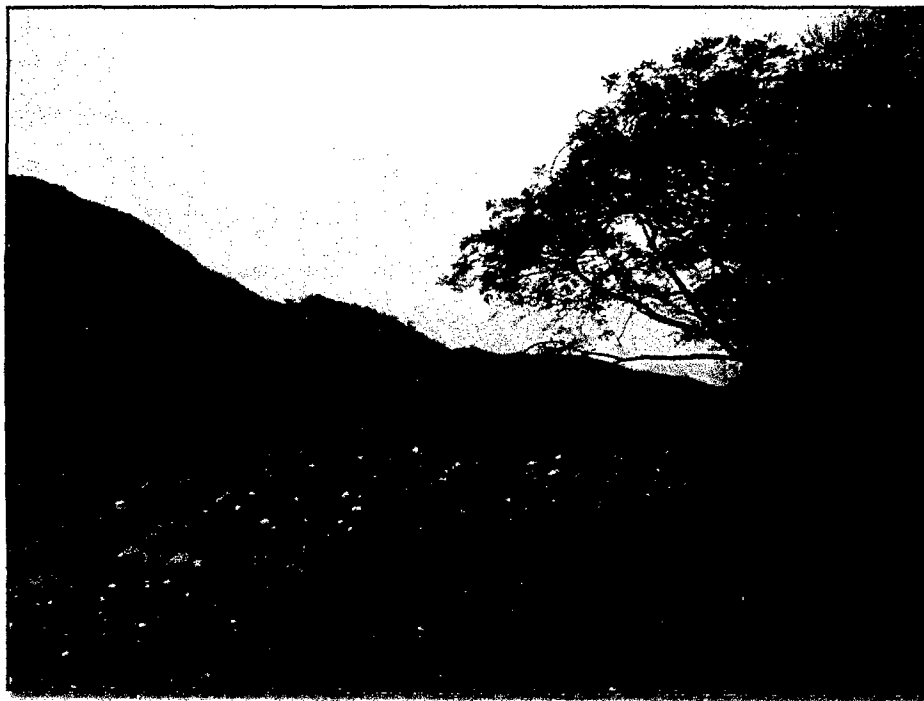
Fotografía N° 13 Cruce del Canal Alimentador (Conducto cerrado) y la Qda Majín



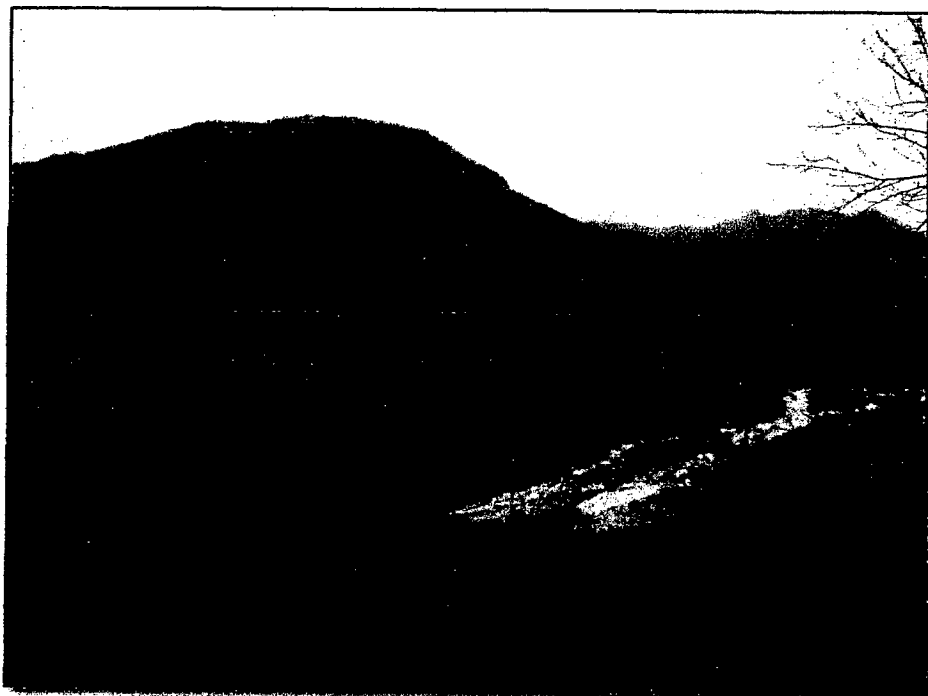
Fotografía N° 14 Estribo izquierdo Presa Palo Blanco



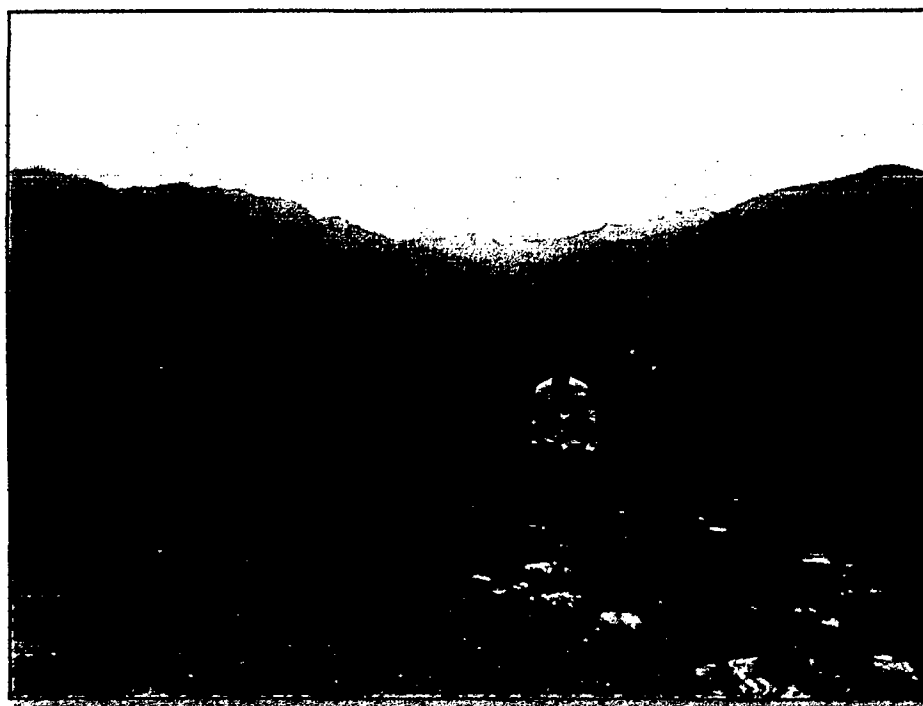
Fotografía N° 15 Parte de al fondo - estribo derecho Presa Palo Blanco



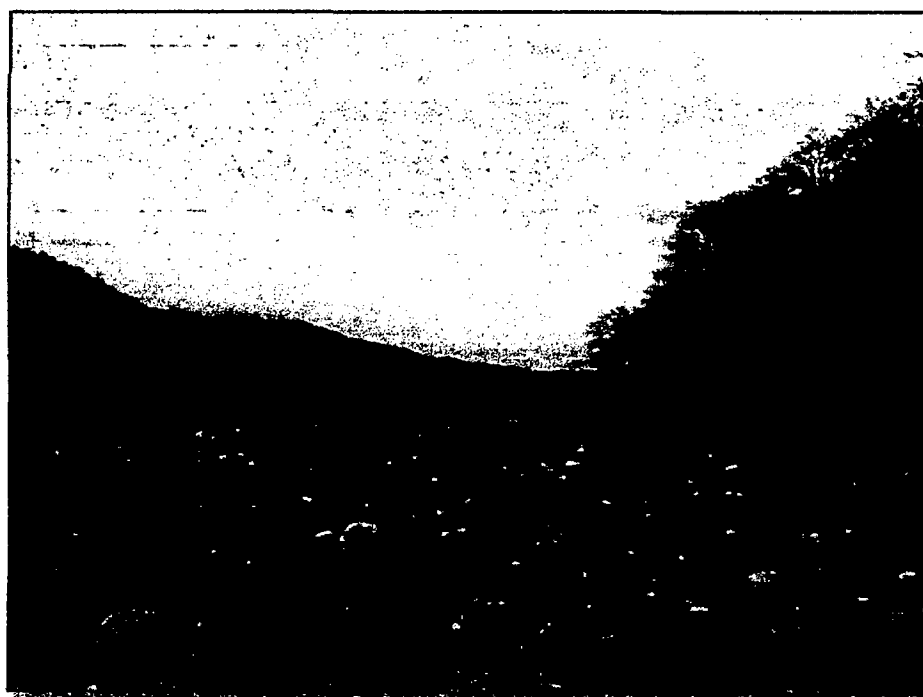
Fotografía N° 16 Vista desde la parte alta – eje de Presa Palo Blanco



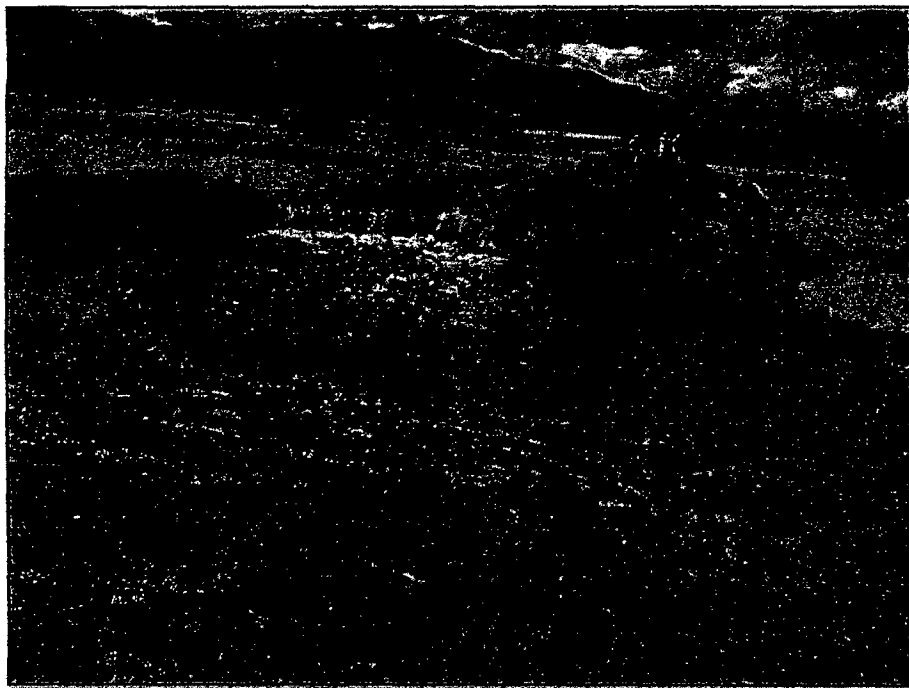
Fotografía N° 17 Vista desde la parte alta – Quebrada Palo Blanco, Ing. Pastor Espinoza (PEOT)



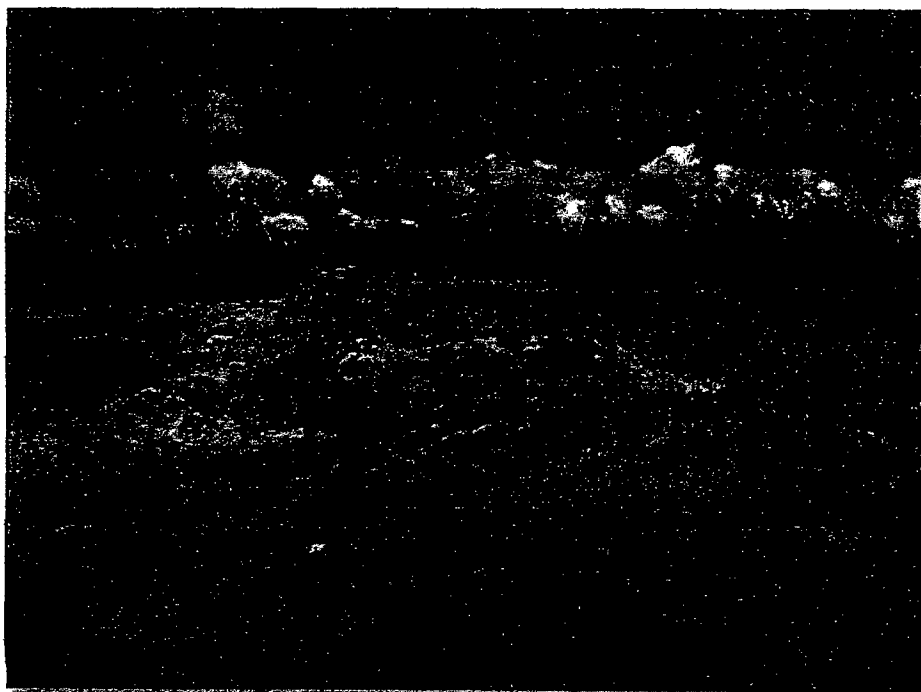
Fotografía N° 18 Vista desde la parte baja – eje de Presa Palo Blanco



Fotografía N° 19: Cultivos agrícolas afectados por las máximas avenidas

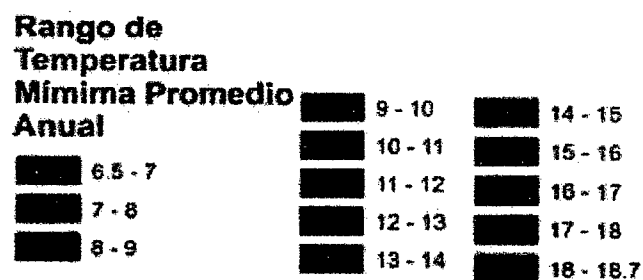
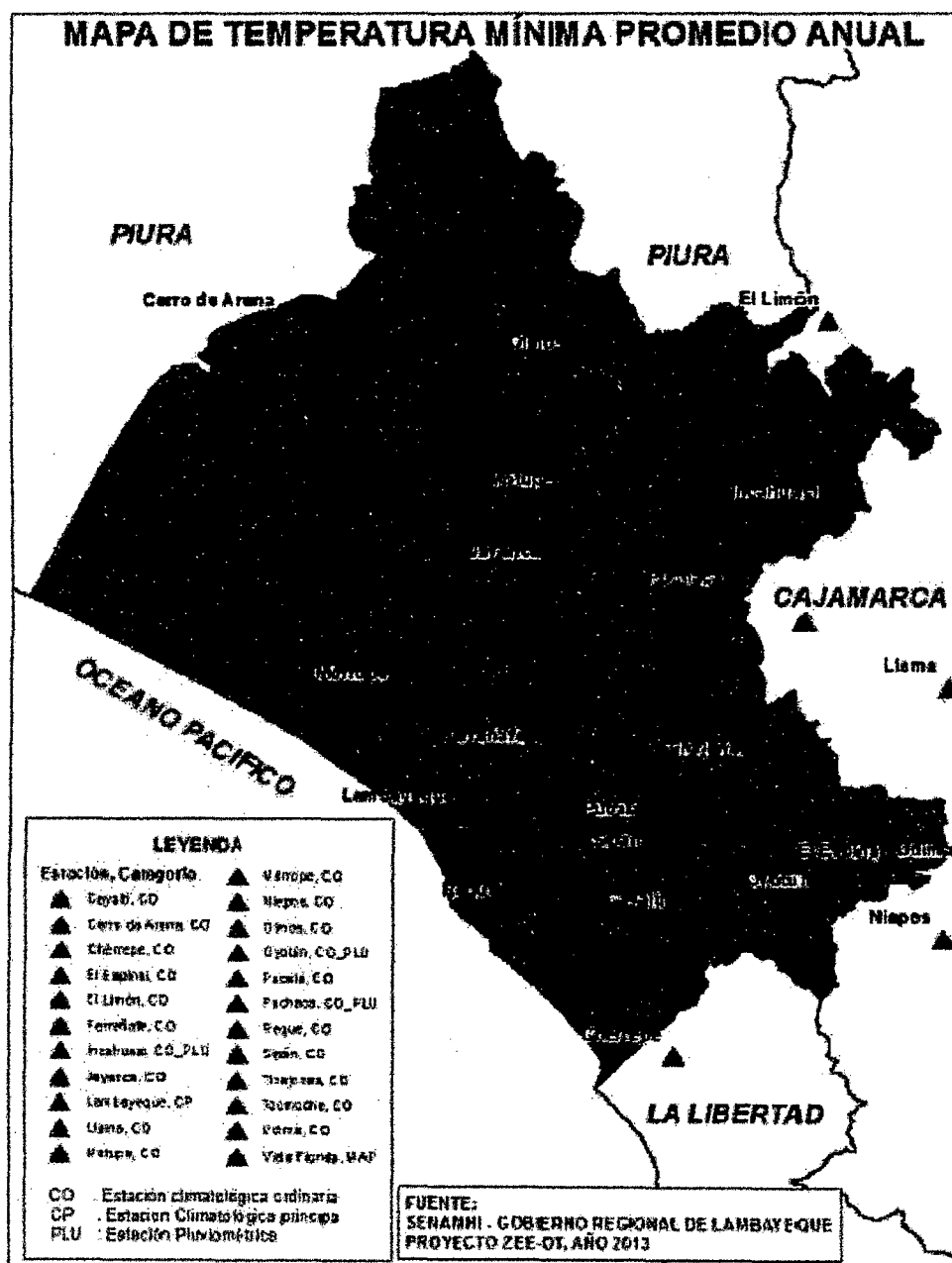


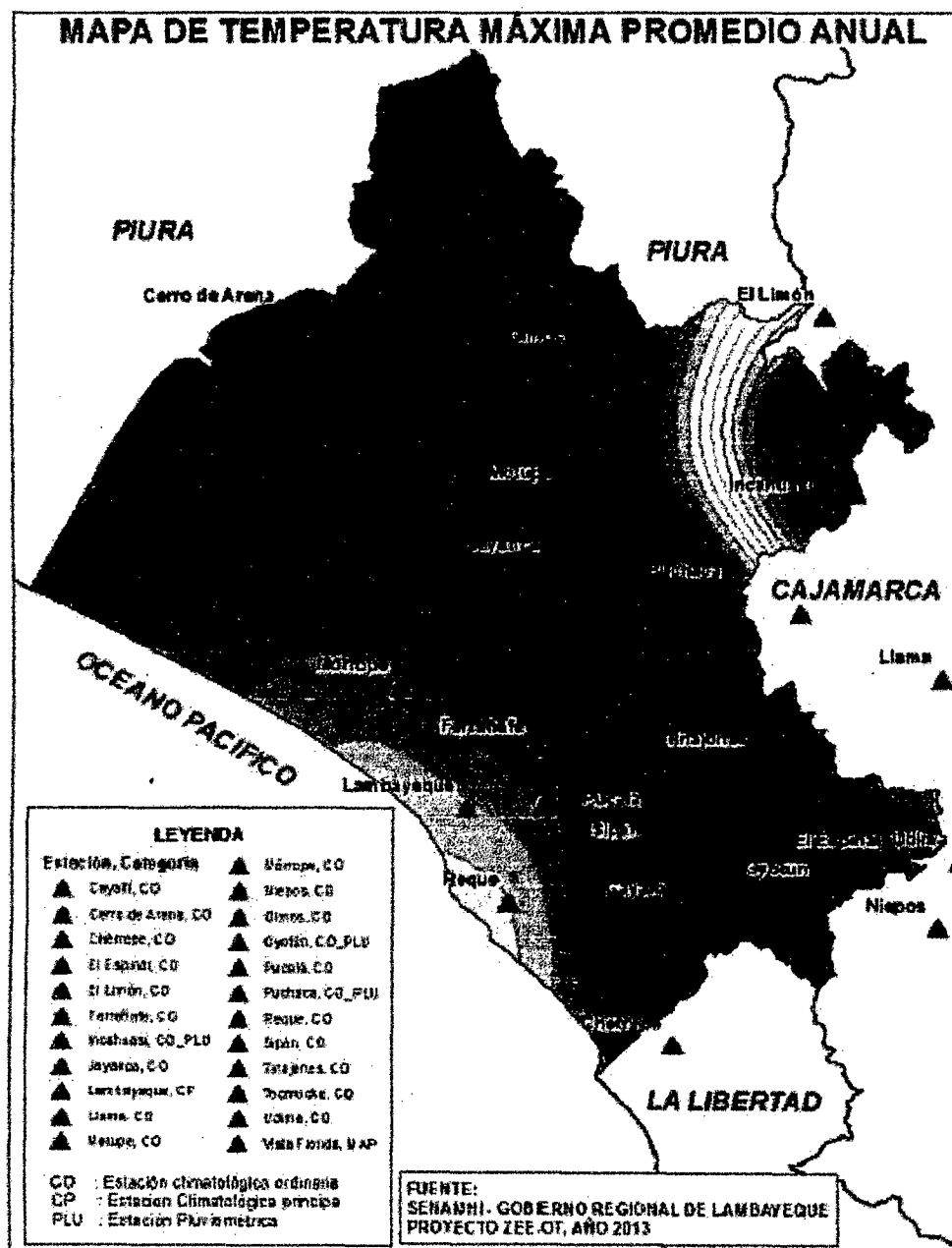
**Fotografía N° 20: Incremento de volumen de agua por las máximas precipitaciones –
Badén Juana Ríos**



ANEXO VIII

MAPA CLIMATOLÓGICO Estudio de precipitación, temperatura y humedad relativa



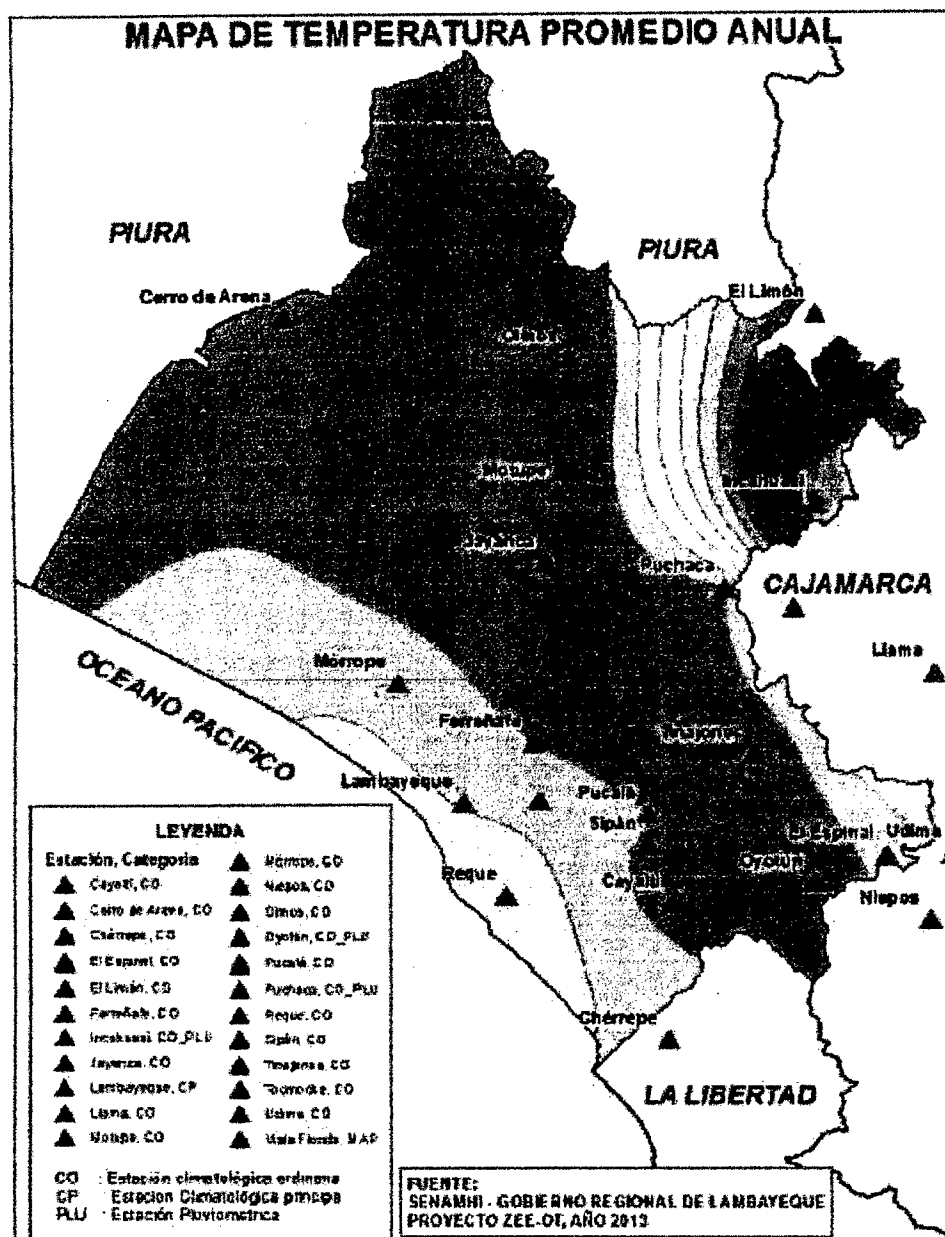


**Rango de
Temperatura
Máxima Promedio
Anual**

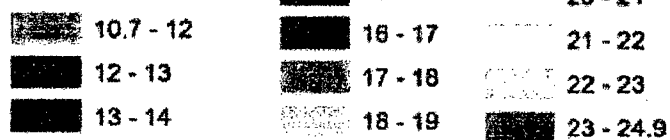
14.9 - 16
16 - 17
17 - 18
18 - 19

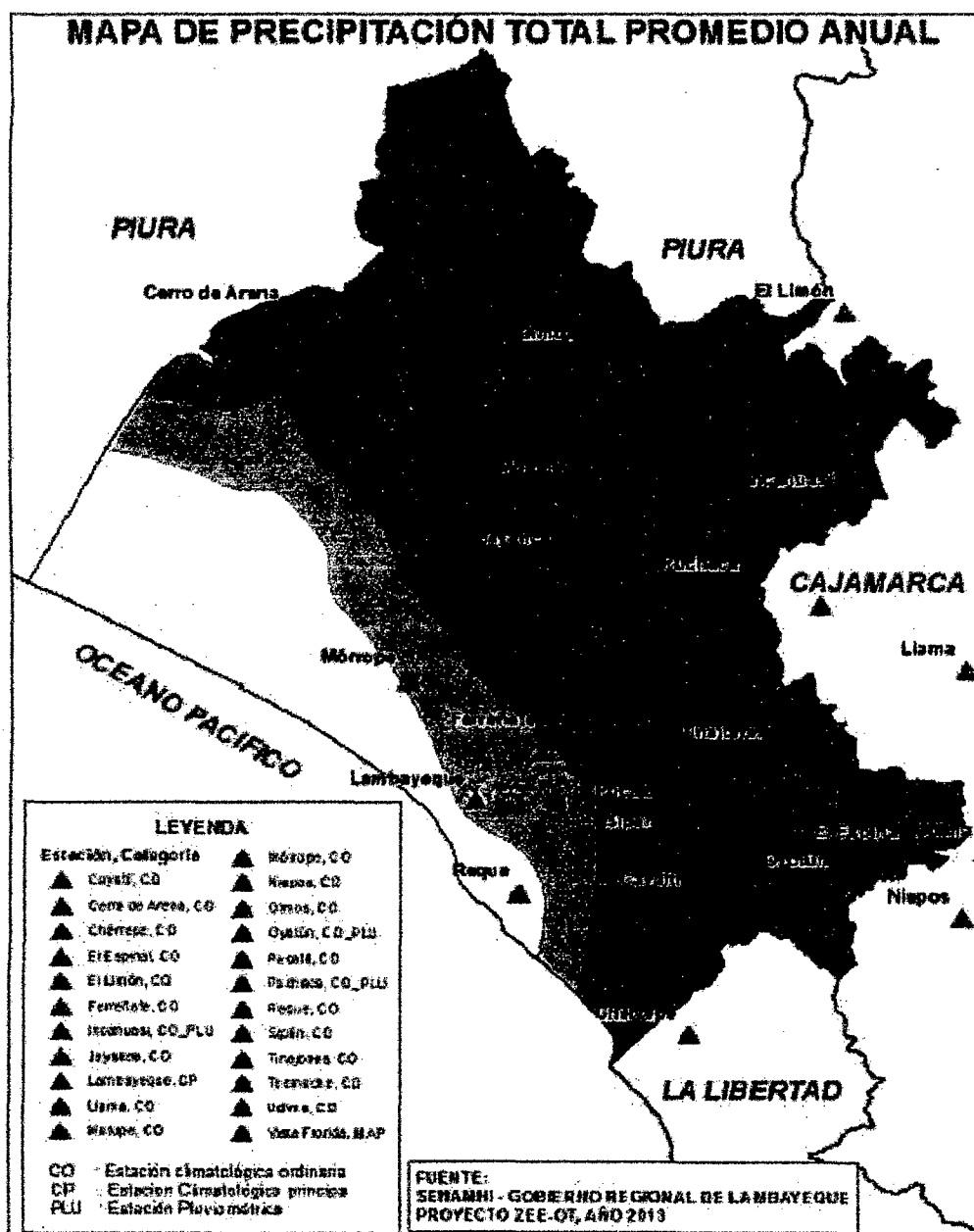
19 - 20
20 - 21
21 - 22
22 - 23
23 - 24
24 - 25

25 - 26
26 - 27
27 - 28
28 - 29
29 - 30
30 - 31

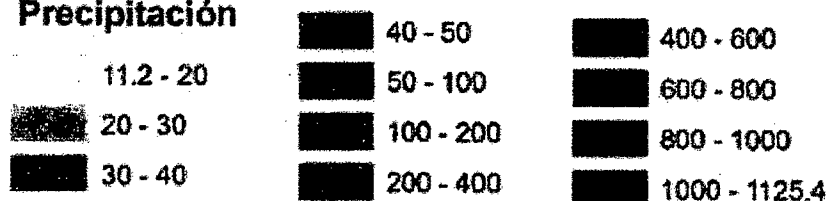


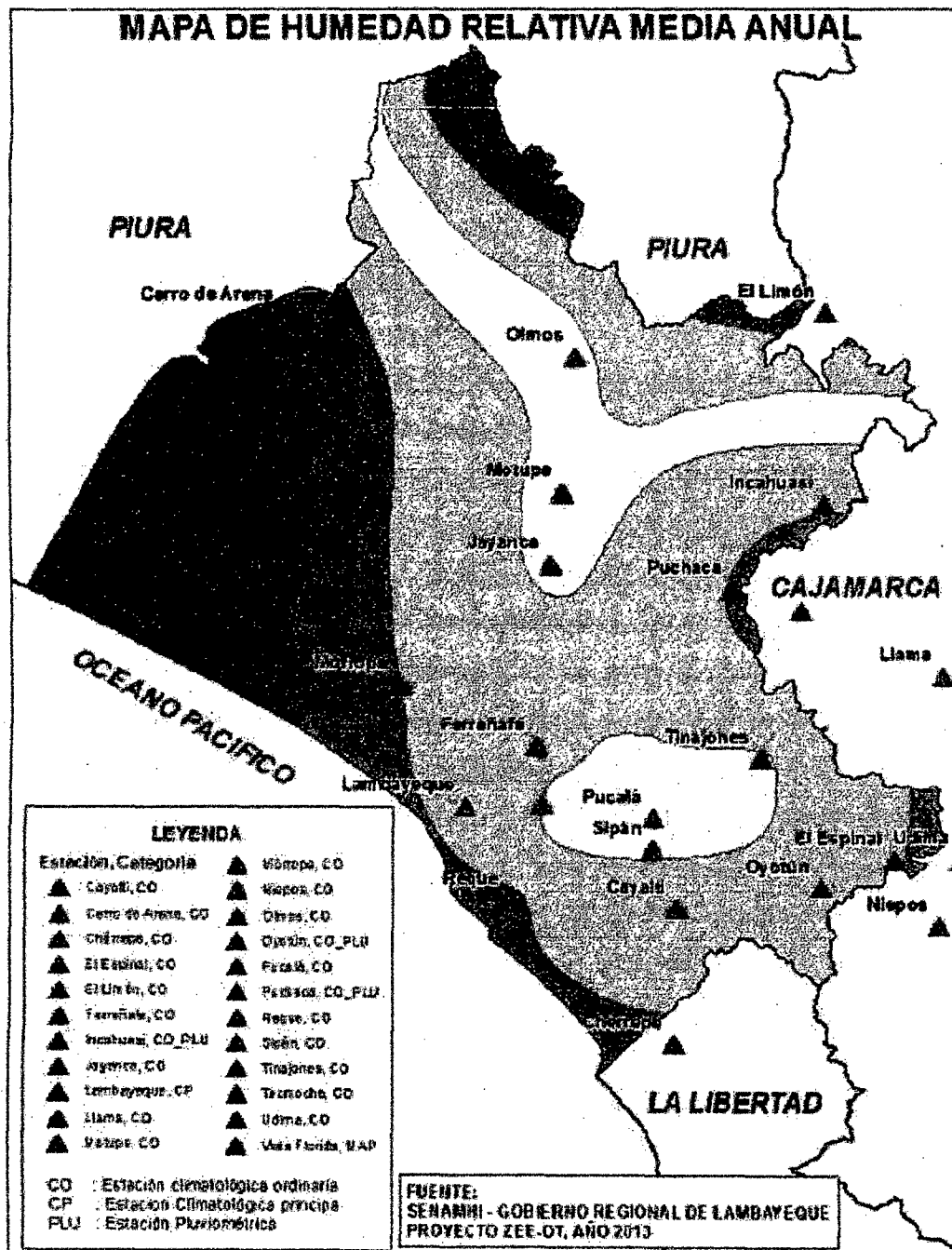
**Rango de
Temperatura
Promedio anual**



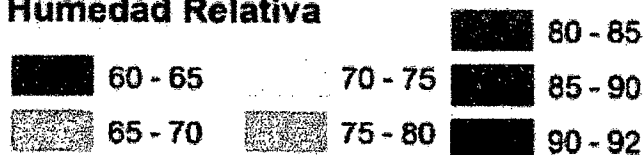


Rango de Precipitación





**Rango de
Humedad Relativa**



ANEXO IX

REPORTES HISTÓRICOS

Página B1 | Lunes 8/4/2002

EMERGENCIA NO PASA

Tránsito a Chongoyape con interrupciones

Se espera reforzamiento del badén para que todo vuelva a la normalidad y se eviten problemas a consecuencia de lluvias

Chongoyape (La Industria). — Mientras una comisión evaluadora del Gobierno Regional considera que todo riesgo por lluvias ha pasado porque éstas dejarán de caer al finalizar el presente mes, en la jurisdicción de Chongoyape las precipitaciones alarmaron a pobladores que soportaron intensa lluvia desde la noche del sábado hasta ayer en la mañana.

Incluso el tránsito vehicular por el badén Juana Ríos fue paralizado desde esa noche y

recién se restableció ayer a las 11:00 de la mañana utilizando en un comienzo tractores y otro tipo de maquinaria pesada para que no sea arrastrada por las aguas de la mencionada quebrada.

Voceros confiables indicaron que el volumen de agua que registró ayer la quebrada, fue de 180 metros cúbicos, lo que resulta un caudal bastante fuerte, que pudo haber dejado consecuencias funestas a no ser por el enrocado que tiene el badén

en la parte baja y que se colocó por la amenaza de crecimiento de las aguas de la quebrada.

Ayer, decenas de personas se quedaron en las orillas de la quebrada sin que los vehículos pudieran cruzarla por temor a ser llevados por la corriente.

La interrupción del tránsito se inició el sábado a las 10:00 de la noche y los transportistas tuvieron que estacionar sus unidades también en las orillas, hasta que amaneciera como medida de precaución.

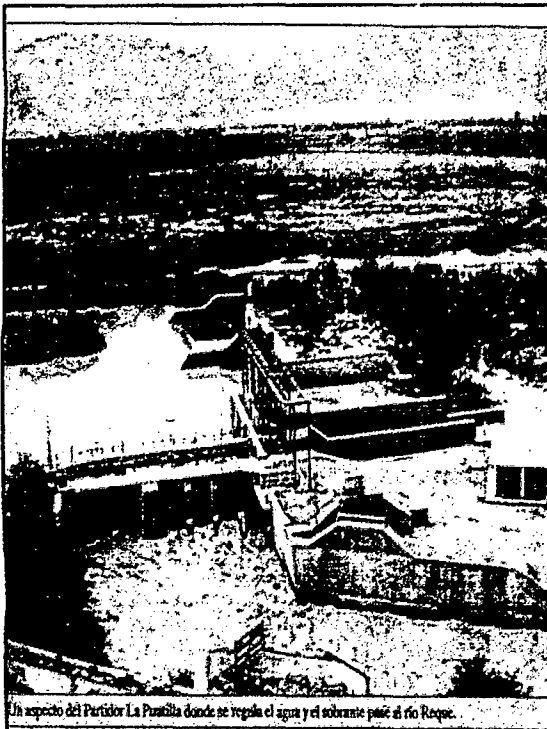


Regional

10-04-2001



El Chancay se desvía — El cauce del río Chancay, en la jurisdicción del distrito de Chongoyape, se ha desviado por diversas direcciones, causando destrozos en cultivos de caña de azúcar y arroz, así como de productos de panllevar. Las fuertes crecientes también destruyó el muro de defensa que se estaba levantando en la zona de Tabacal con dirección a Las Minas.



Un aspecto del Partidor La Puzilla donde se regula el agua y el sobrante pasa al río Reque.

AFORO 376 METROS CUBICOS

Desborde del Chancay arrasó cultivo

Presidente de la Comisión de Regantes Genaro Vera Roalcaba pidió que el Ministerio de Agricultura realice una evaluación urgente de los daños ocasionados.

Página 25 - Miércoles 4/12/2007

LOCAL La Industria

AGUAS AMENAZAN DIQUE

Río Chancay afecta carretera a central de Carhuaquero

Autoridades de la Dirección Regional de Agricultura comprobaron desborde, ante información de La Industria

Ante la información exclusiva de La Industria sobre el desborde y daños ocasionados por las aguas del Río Chancay en Potrerillo, parte alta del distrito de Chongoyape, ayer se movilizó una comisión de la dirección regional de Agricultura para evaluar los daños.

Según informó nuestro corresponsal en Chongoyape, Juan Carrasco Fernández, ni

los miembros de la Comisión de Regantes de Chongoyape, ni los funcionarios de Agricultura sabían exactamente por dónde había cedido la protección ante la fuerza de las aguas.

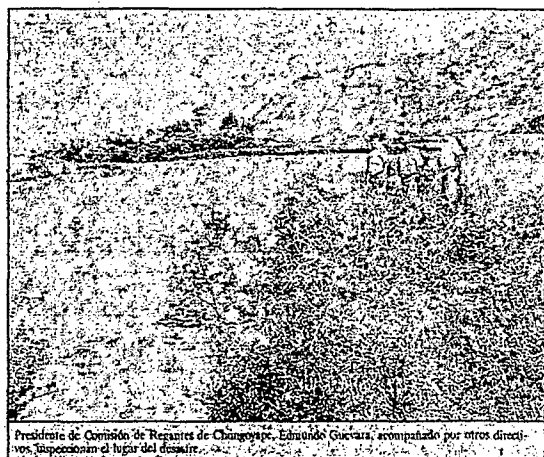
Tras indagar y tener conocimiento del lugar exacto del desborde, los comisionados de Agricultura y de la Comisión de Regantes llegaron

hasta el Potrerillo y efectivamente observaron los daños que ocasionaron las aguas a un cultivo de arroz.

Observaron que la defensa ribereña había sido socavada por las aguas del río y si continúa el aumento del caudal los daños pueden ser mayores tanto en los diques de protección como en los cultivos de arroz y panllevar.

La Comisión de Agricultura evaluó el hecho y luego informaron al director de este portafolio, ingeniero Leoncio Navarrete Moreno, quien dispuso que se tomen las medidas para reforzar el río, sobre todo, en las partes donde puede provocar más daño.

En el recorrido se verificó el mal estado de la carretera que conduce a la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y hacia la serranía de Cajamarca, notando que los vehículos de carga y pasajeros están utilizando un paso alternativo para continuar su recorrido, a la altura de Huacablanca.



Presidente de Comisión de Regantes de Chongoyape, Edmundo Guevara, acompañado por otros directivos, inspeccionan el lugar del desastre.

Asimismo, el puente Tablazos también habría sufrido el impacto negativo de las aguas, ante lo cual los agricultores y transportistas están pidiendo que se hagan los esfuerzos pertinentes para evitar que colapse.

Plantaciones poligran

Volquetes cargan piedra para acelerar la obra del dique de protección del río Chancay en los sectores de El Palmo y Pampagrande. La obra está

presupuestada en \$11.597,89 nuevos soles y el plazo de ejecución es de dos meses.

La destrucción de los bordes de protección puso en peligro plantaciones de caña que está a pocos meses de cosecha.

Los agricultores dijeron que había descuido en la protección del río en esta zona donde hay instaladas 150 hectáreas de arroz, aparte de cultivos de panllevar.

El equipo de trabajo de la Comisión de Regantes de

Chongoyape estuvo conformado por los dirigentes Edmundo Guevara Pozada, Edgardo Carranza Pozada y Víctor Ramos Sifopú; y por la Comisión de la Dirección Regional de Agricultura, estuvieron funcionarios de la Administración Técnica del Distrito de Riego Chancay Lambayeque.

El Reservorio de Tinajones alcanzó un volumen de 86 millones 650 mil metros cúbicos, cantidad de agua que salva la presente campaña agrícola.



Con maquinaria se iniciaron los trabajos de protección.

EN CHONGYAPE

Trabajos de prevención no dan ninguna garantía

Transportistas reclaman intervención urgente de las autoridades locales

Chongoyape, (Juan Carrasco Fernández, colaborador de La Industria).—Los trabajos que se ejecutan en la quebrada "Juana Ríos", para evitar que las fuertes avenidas ocasionen lluvias, no brindan ninguna garantía debido a que el enrocado se está haciendo con piedras pequeñas y se está colocando nipo.

Los lugareños señalan que en épocas de lluvia, el caudal de la quebrada registra más 200 metros cúbicos de agua, por eso recomiendan que debería colocarse piedras grandes, de lo contrario los materiales que se colocan desaparecerán en la primera avenida de agua, pues ya comenzó a llover en la zona.

Actualmente se está colocando piedras pequeñas junto al badén y se está cubriendo

con hormigón.

Los transportistas que cubren la ruta Chiclayo, Santa Cruz, Chota, Cutervo y otras localidades intermedias, así como los del distrito de Chongoyape donde está ubicada la quebrada Juana Ríos, hicieron un llamado a las autoridades para que gestionen ante los organismos respectivos se reconsideren los trabajos que están haciendo y los mismos se hagan de la mejor manera.

En épocas de lluvia, el caudal de la quebrada crece e impide el paso de todo tipo de vehículos; los únicos que pueden pasar cuando el caudal baja son los tractores, en cuya maquinaria se hace transbordo para la carga y principalmente para los pasajeros.



Este tractor cubre la carga y pasajeros colocados junto al badén Juana Ríos. Los lugareños dicen que de pronto se hunda con piedras y...

En emergencia trece distritos de la región

Más de siete mil hectáreas de cultivos arrasadas por inundaciones

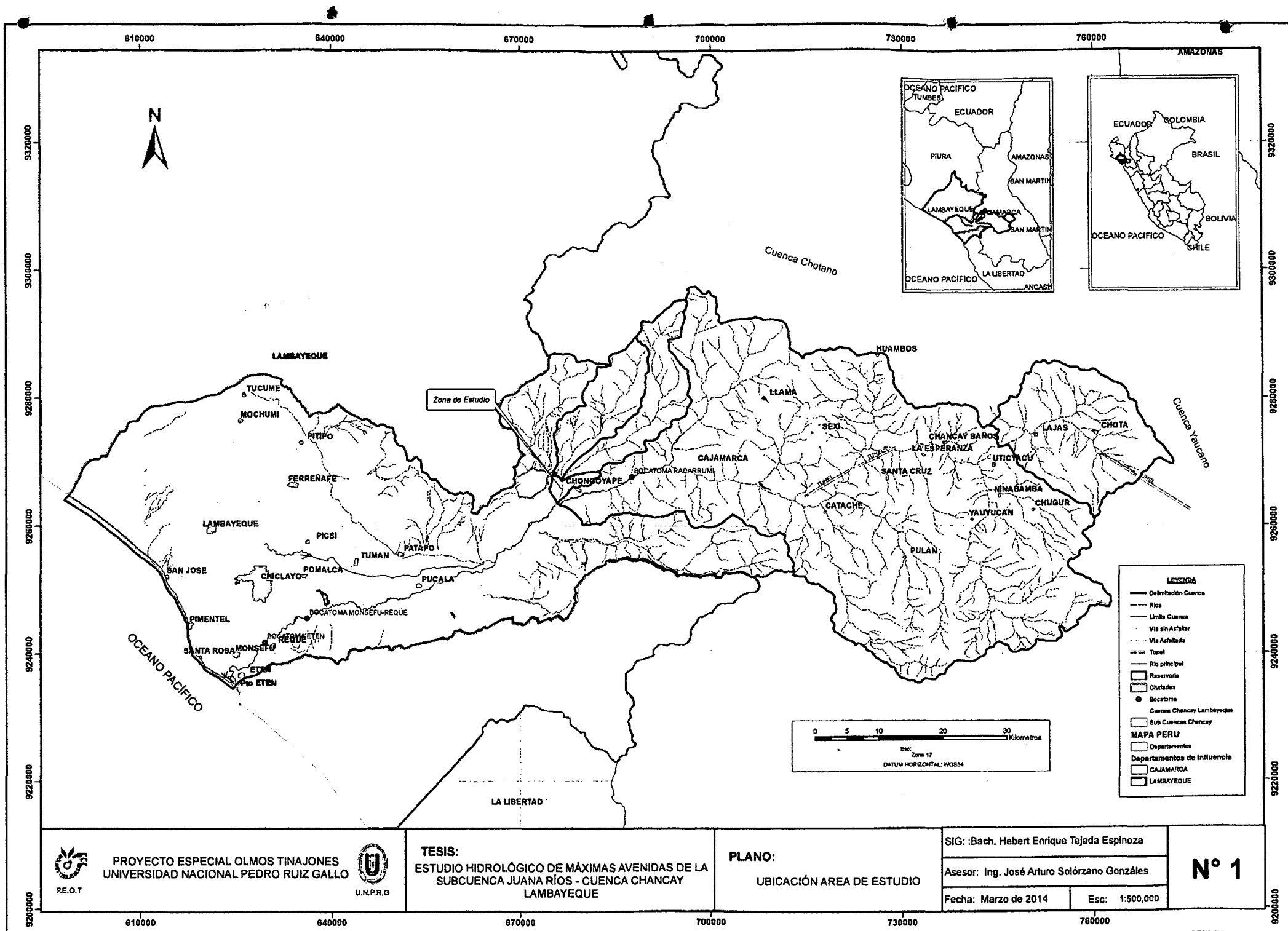
Para atender directamente los daños ocasionados por los desbordes de los ríos, que han arrasado más de siete mil hectáreas de cultivo, el pleno del Gobierno regional acordó ayer declarar en emergencia a trece distritos del departamento de Lambayeque afectados por las intensas lluvias.

Durante la sesión, el gerente de Recursos Naturales, Juan Sandoval, informó que las inundaciones también destruyeron 50 viviendas en el distrito de Oyotún, mientras que mil viviendas fueron afectadas en las localidades de Oyotún y Zaña, en tanto 3 kilómetros de carretera se encuentran en mal estado.

El funcionario dijo que las zonas más afectadas han sido las ubicadas en las cuencas de los ríos La Leche, Chancay-Lambayeque y Zaña. En Chongoyape también hay serios daños por los desbordes.



(A 5) Las vías de comunicación, como en Chongoyape, fueron afectadas por los desbordes. Los alcaldes deben destinar dinero para obras de prevención.



PROYECTO ESPECIAL OLMOs TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAYEQUE

PLANO:
UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO

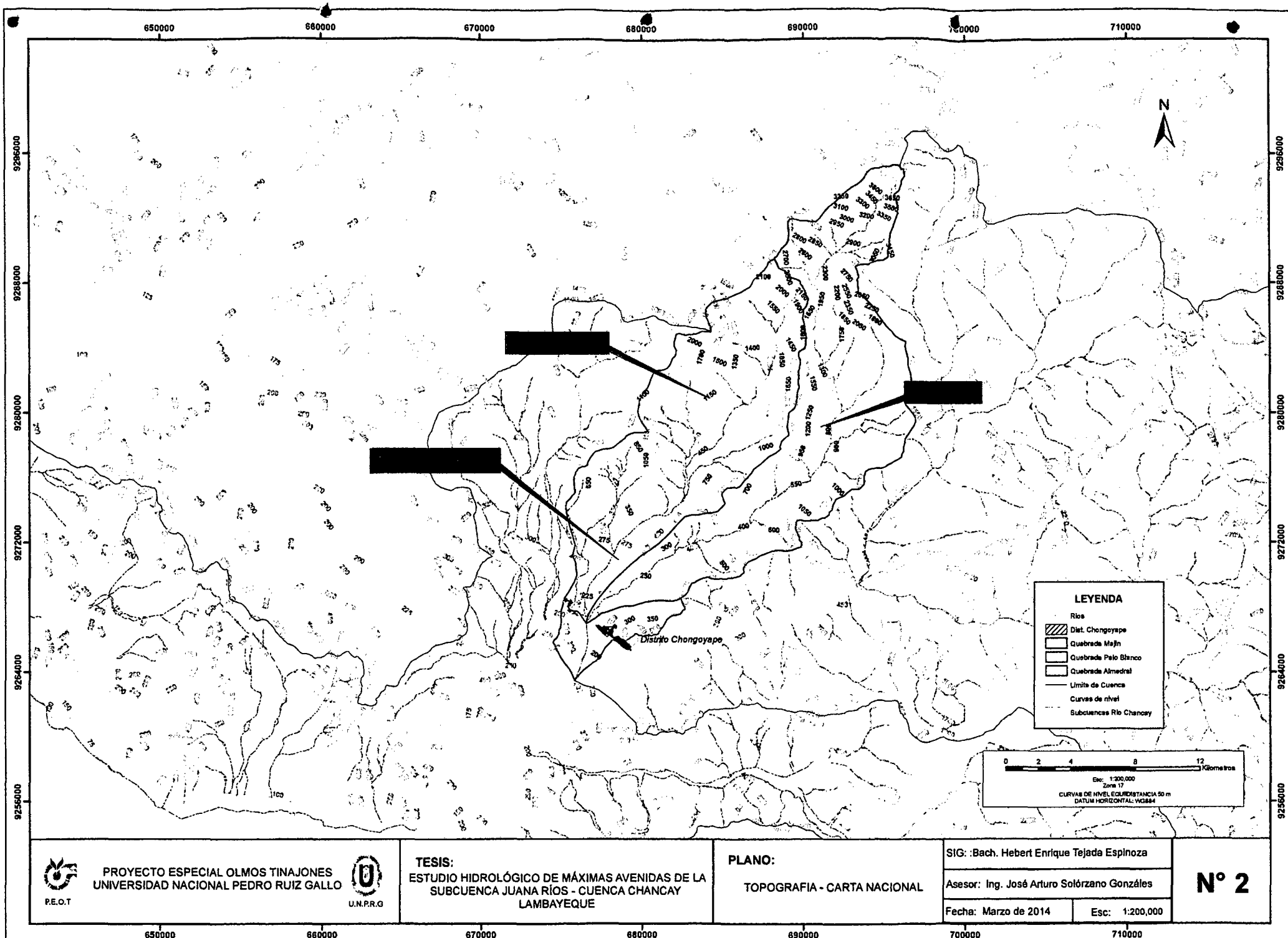
SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

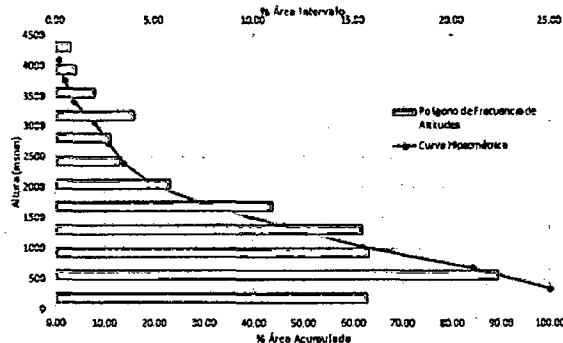
Esc: 1:500,000

N° 1



N°	Cota (msnm)			Area (Km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumu	% Interv
1	65	341.53	203.265	52.25	332.3	100.00	15.72
2	341.53	683.23	512.38	74.2	280.05	84.28	22.33
3	683.23	1024.98	854.105	52.57	205.85	61.95	15.32
4	1024.98	1366.64	1195.81	51.4	153.28	46.13	15.47
5	1366.64	1708.32	1537.48	36.53	101.88	30.66	10.99
6	1708.32	2050	1879.16	19.29	65.35	19.67	5.30
7	2050	2391.5	2220.75	10.62	46.06	13.86	3.20
8	2391.5	2732.97	2562.235	9.26	35.44	10.67	2.79
9	2732.97	3074.66	2903.815	13.37	26.18	7.88	4.02
10	3074.66	3415.5	3245.08	6.62	12.81	3.85	1.99
11	3415.5	3752.9	3584.2	3.53	6.19	1.86	1.06
12	3752.9	4100	3926.45	2.66	2.66	0.80	0.80

CURVA HIPSONÉTICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES - SUBCUENCA JUANA RÍOS



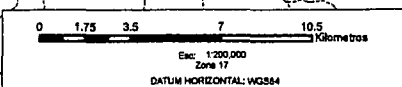
Subcuenca Juana Ríos

Quebrada Palo Blanco

Quebrada Majín

LEYENDA

- Río Principal
- Ríos
- Límite de Cuenca
- Intervalos Areas
- 52.25 Km2
- 74.2 Km2
- 52.57 Km2
- 51.4 Km2
- 36.53 Km2
- 19.29 Km2
- 10.62 Km2
- 9.26 Km2
- 13.37 Km2
- 6.62 Km2
- 3.53 Km2
- 2.66 Km2



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAEQUE

PLANO:
CURVA HIPSONÉTICA Y
FRECUENCIA DE ALTITUDES

SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

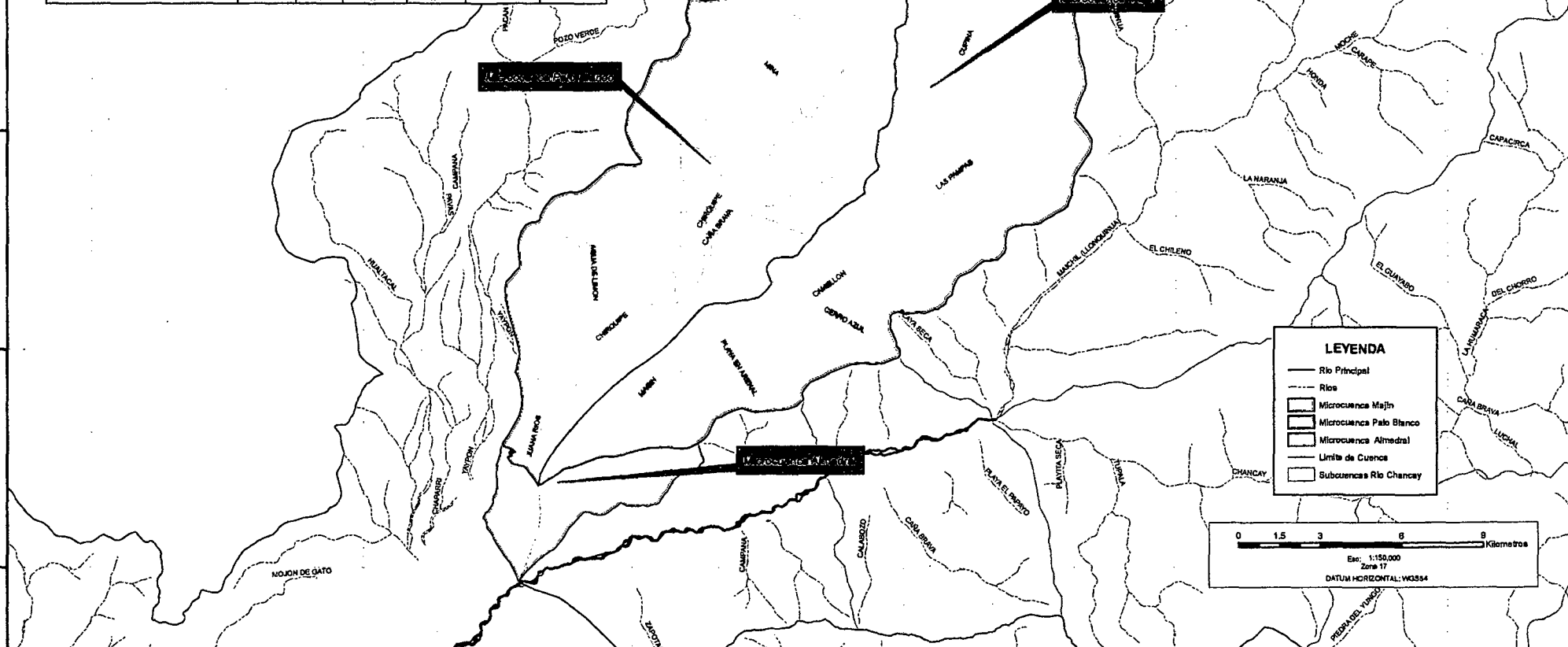
Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:200,000

N° 3

DESCRIPCIÓN	VAR.	UNIDAD	JUANA RÍOS	MAGIN	PALO BLANCO	ALMEDRAL
Área	A	Km ²	332,540	166,990	147,800	17,730
Perímetro	Pe	Km	97,630	97,630	63,860	24,400
Curso Principal						
Longitud	L	Km	42,000	42,000	24,000	5,000
Pendiente	S	m/m	0.0752	0.0752	0.084	0.077
Ubicación curso principal						
Parte Aguas						
Este	E	m	695,985	695,985	688,100	676,466
Norte	N	m	9,295,057	9,295,057	9,285,017	9,267,078
Desembocadura						
Este	E	m	675,678	675,496	676,466	675,678
Norte	N	m	9,263,506	9,264,978	9,267,078	9,263,506,000
Factores de forma						
Coeficiente de compactad	Cc		1.510	2.131	1.481	1.634
Factor de forma	Ff		0.189	0.091	0.257	0.709
Sistema de drenaje						
Clasificación ordinal del curso principal	n		3	3	3	3
Longitud total de los cursos	Lt	Km	145,560	99,000	82,750	3,900
Extensión media de escorrentía	E	Km	0.448	0.432	0.447	1.168
Densidad de drenaje	Dd	Km ² /Km ²	0.558	0.593	0.560	0.214
Relieve Cuenca-Subcuenca						
Rectángulo Equivalente (Largo)	La	Km	41,087	45,511	26,615	10,622
Rectángulo Equivalente (Ancho)	Le	Km	8,094	3,669	5,554	1,669
Pendiente de la Cuenca	S	m/m	0.0883	0.0883	0.107	0.087
Altitud Máxima	Hmáx	mm	3900,000	3900,000	2800,000	500,000
Altitud Mínima	Hmín	mm	150,000	150,000	150,000	65,000
Altitud Media	Hméd	mm	1453,090	1660,855	1131,080	250,630
Altitud más frecuente	Hmf	mm	683,230	1195,810	474,650	290,400



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

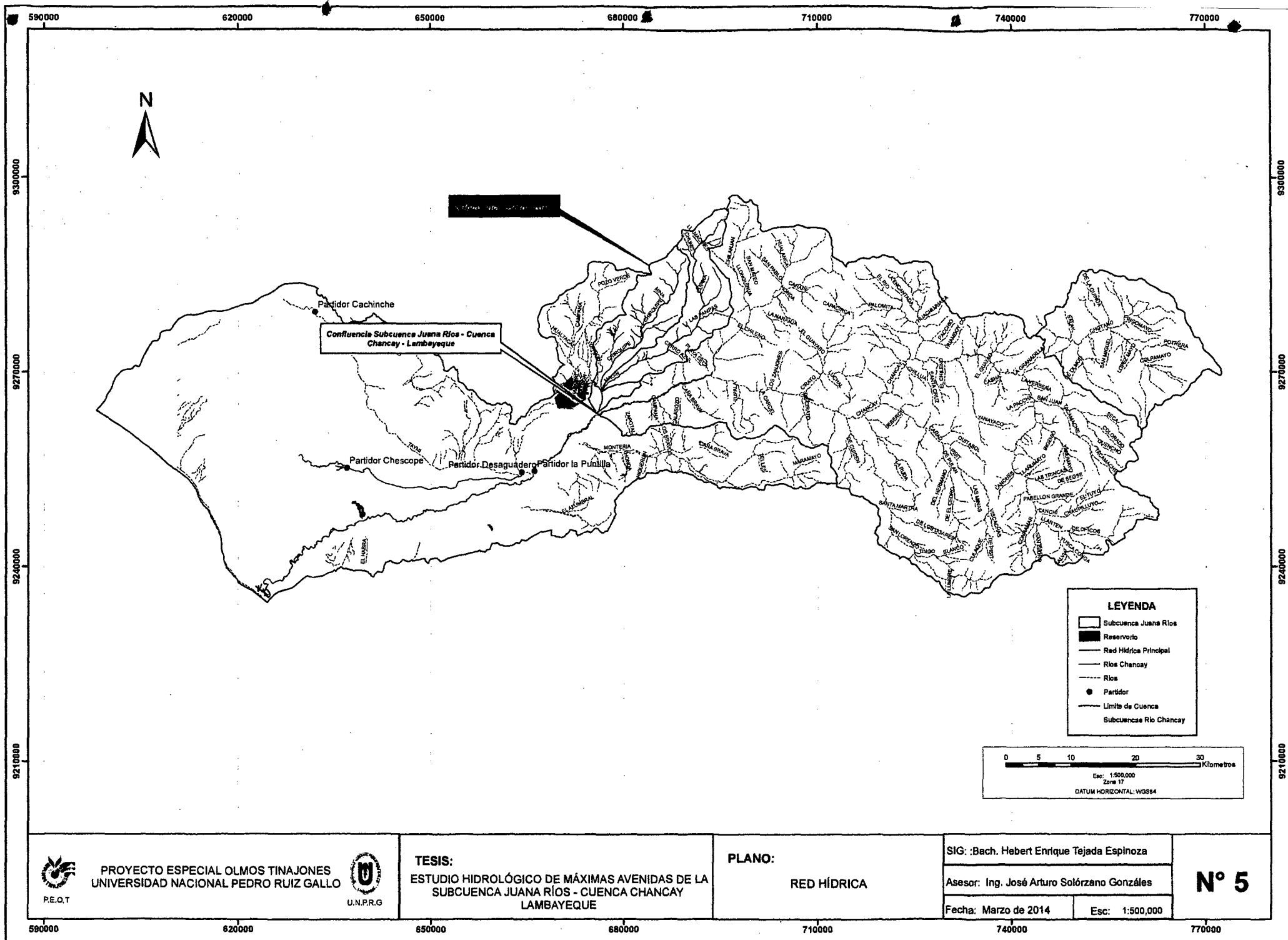


TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAYEQUE

PLANO:
PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

SIG: Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza
Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles
Fecha: Marzo de 2014
Esc: 1:150,000

N° 4



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAYEQUE

PLANO:
RED HÍDRICA

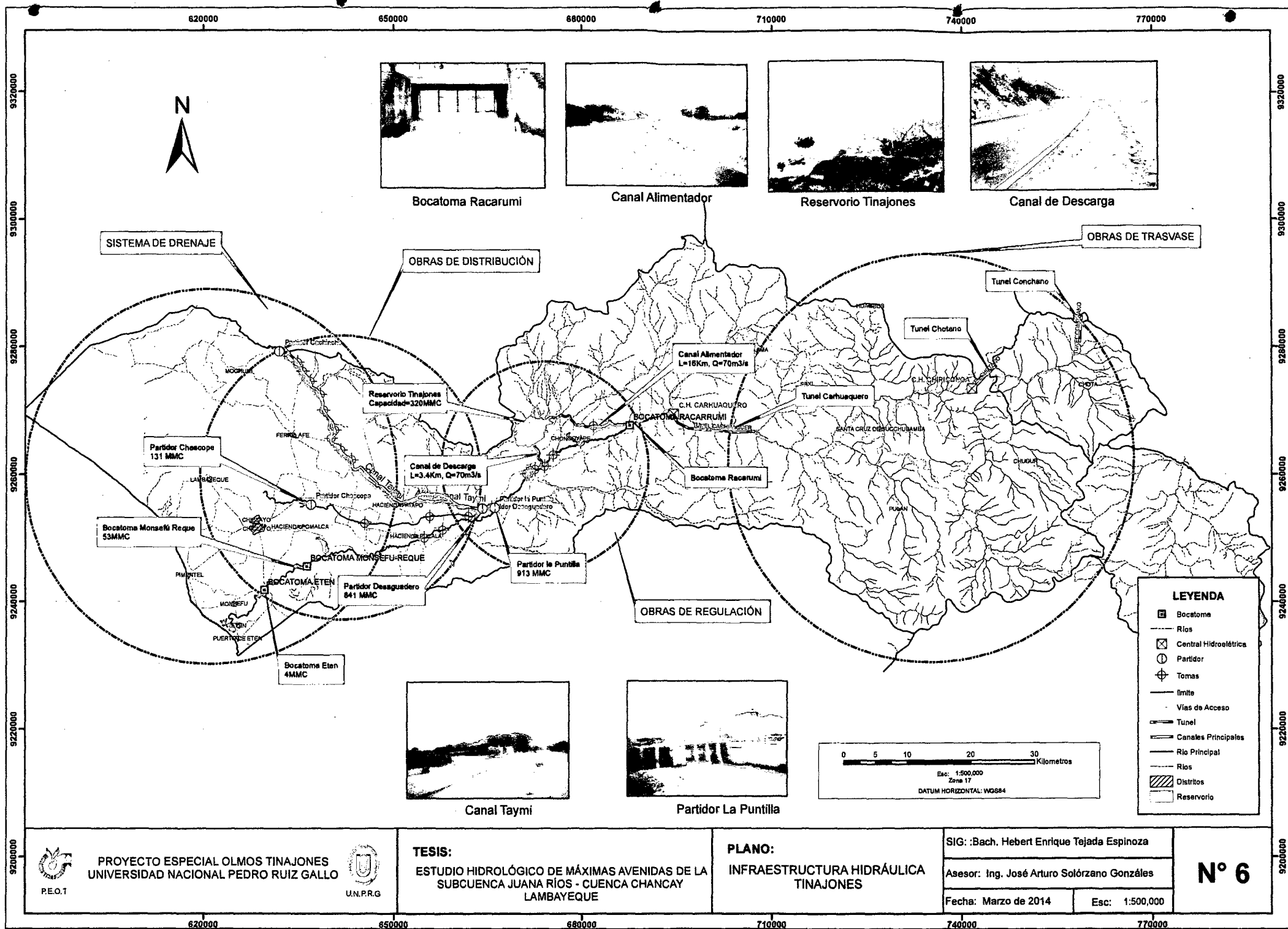
SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

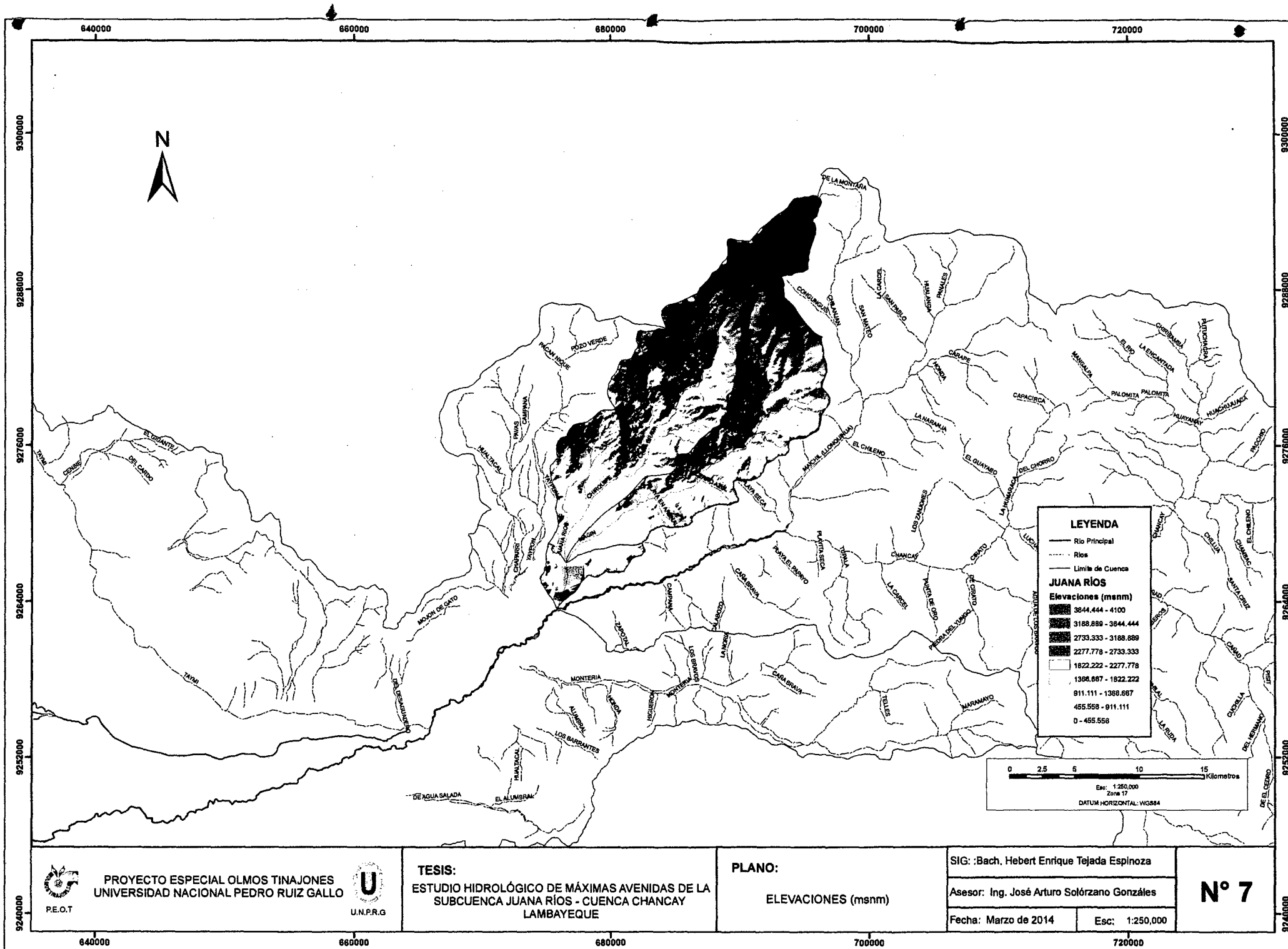
Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:500,000

N° 5





PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAEQUE

PLANO:
ELEVACIONES (msnm)

SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

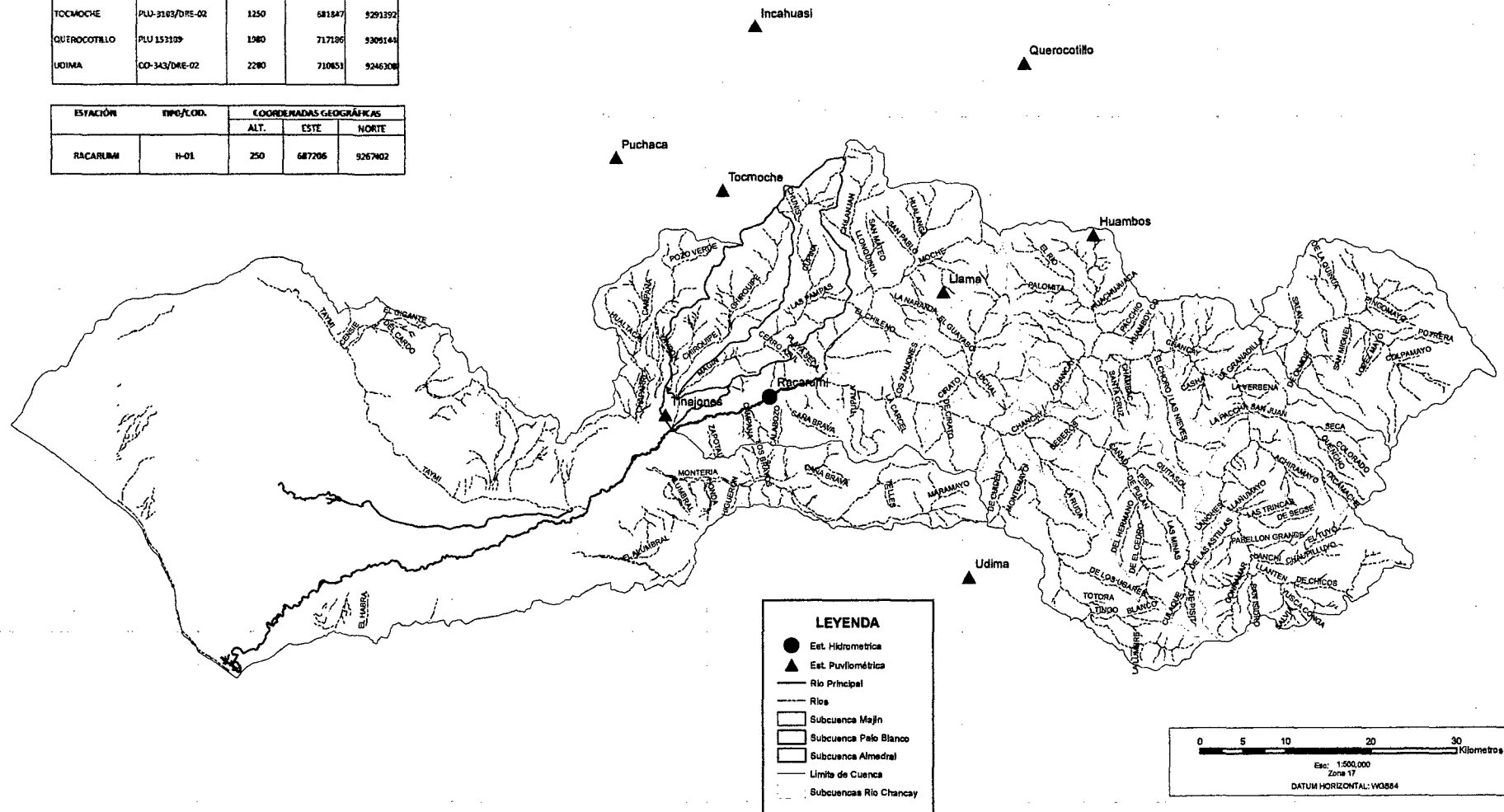
Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:250,000

N° 7

ESTACIÓN	TIPO/COD.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
		ALT. (mnm)	ESTE	NORTE
HUAMBOS	CO-343/DPE-02	2280	725276	9286203
INCAHUASI	PLU-3104/DRE	3180	685713	9310666
LLAMA	CO-341/DPE-02	2134	707615	9279546
PUCHACA	CO-335/DRE	500	669280	9295246
TINAJONES	CO-335/DPE	240	675061	9263215
TOCMOCHÉ	PLU-3183/DRE-02	1250	681847	9291392
QUEROCATILLO	PLU-133109	1980	717186	9309144
UDIMA	CO-343/DRE-02	2280	710653	9246308

ESTACIÓN	TIPO/COD.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
		ALT.	ESTE	NORTE
RACARUN	H-01	250	687206	9267802



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAEQUE

UBICACIÓN ESTACIONES

SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

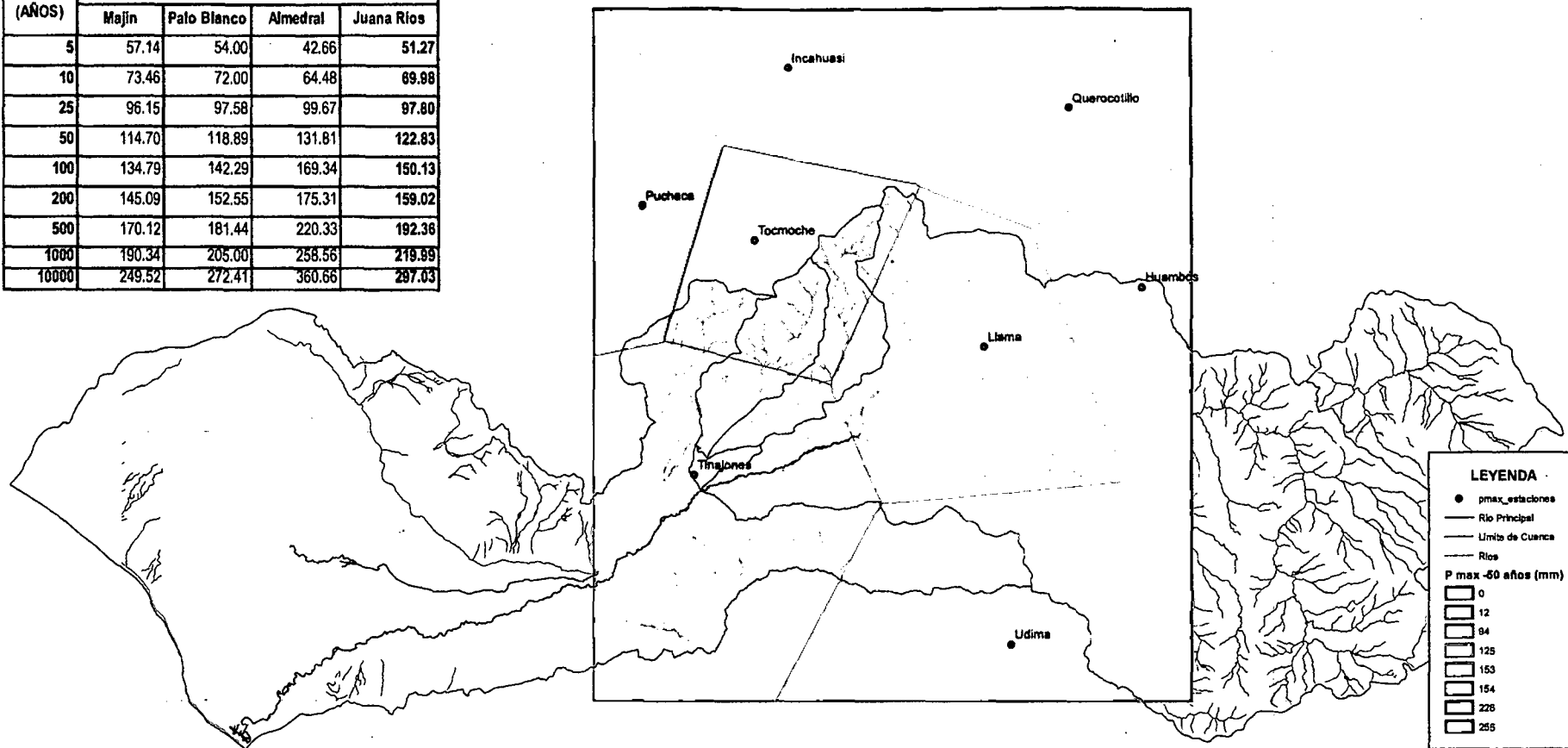
Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:500,000

N° 8

POLIGONO	ÁREAS Y PORCENTAJES DEL POLÍGONO DE THIESSEN - SUBCUENCA JUANA RÍOS							
	MAJÍN		PALO BLANCO		ALMEDRAL		CUENCA	
	Área (Km²)	(%)	Área (Km²)	(%)	Área (Km²)	(%)	Área (Km²)	(%)
Tocmoche	77.27	48.27	68.57	58.63			163.84	49.30
Llana	38.29	22.93					38.29	11.51
Tinajones	51.43	30.80	81.15	41.37	17.73	100.00	130.31	39.19
TOTAL	166.99	100.00	149.72	100.00	17.73	100.00	332.44	100.00

T. R. (AÑOS)	PRECIPITACIÓN ÁREAL MÁXIMA (mm)				
	Majín	Palo Blanco	Almedral	Juana Ríos	
5	57.14	54.00	42.66	51.27	
10	73.46	72.00	64.48	69.98	
25	96.15	97.58	99.67	97.80	
50	114.70	118.89	131.81	122.83	
100	134.79	142.29	169.34	150.13	
200	145.09	152.55	175.31	159.02	
500	170.12	181.44	220.33	192.36	
1000	190.34	205.00	258.56	219.99	
10000	249.52	272.41	360.66	297.03	



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAYEQUE

PLANO:
POLÍGONO THIESSEN

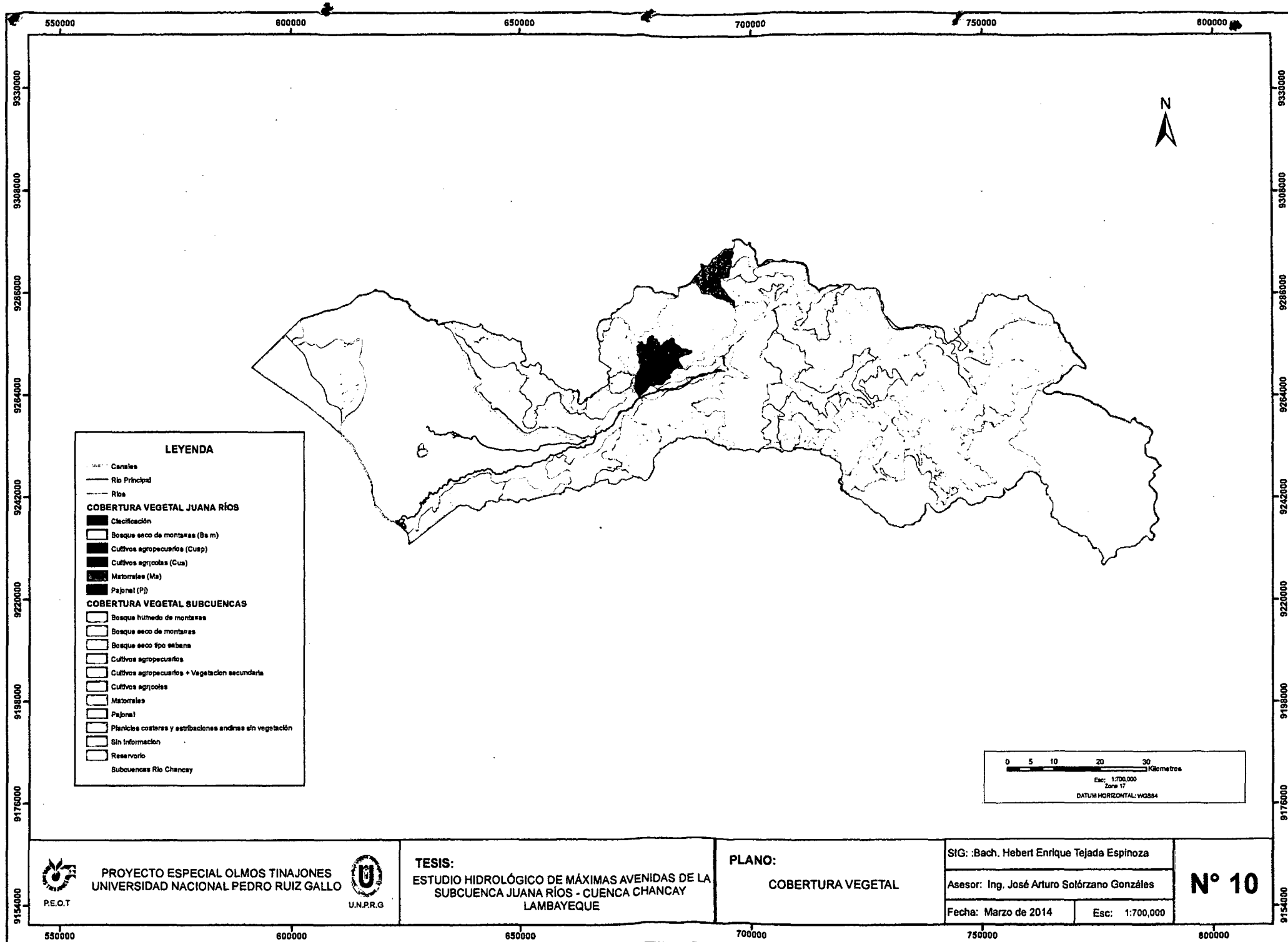
SIG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:500,000

N° 9



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
 UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
 SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
 LAMBAYEQUE

PLANO:
 COBERTURA VEGETAL

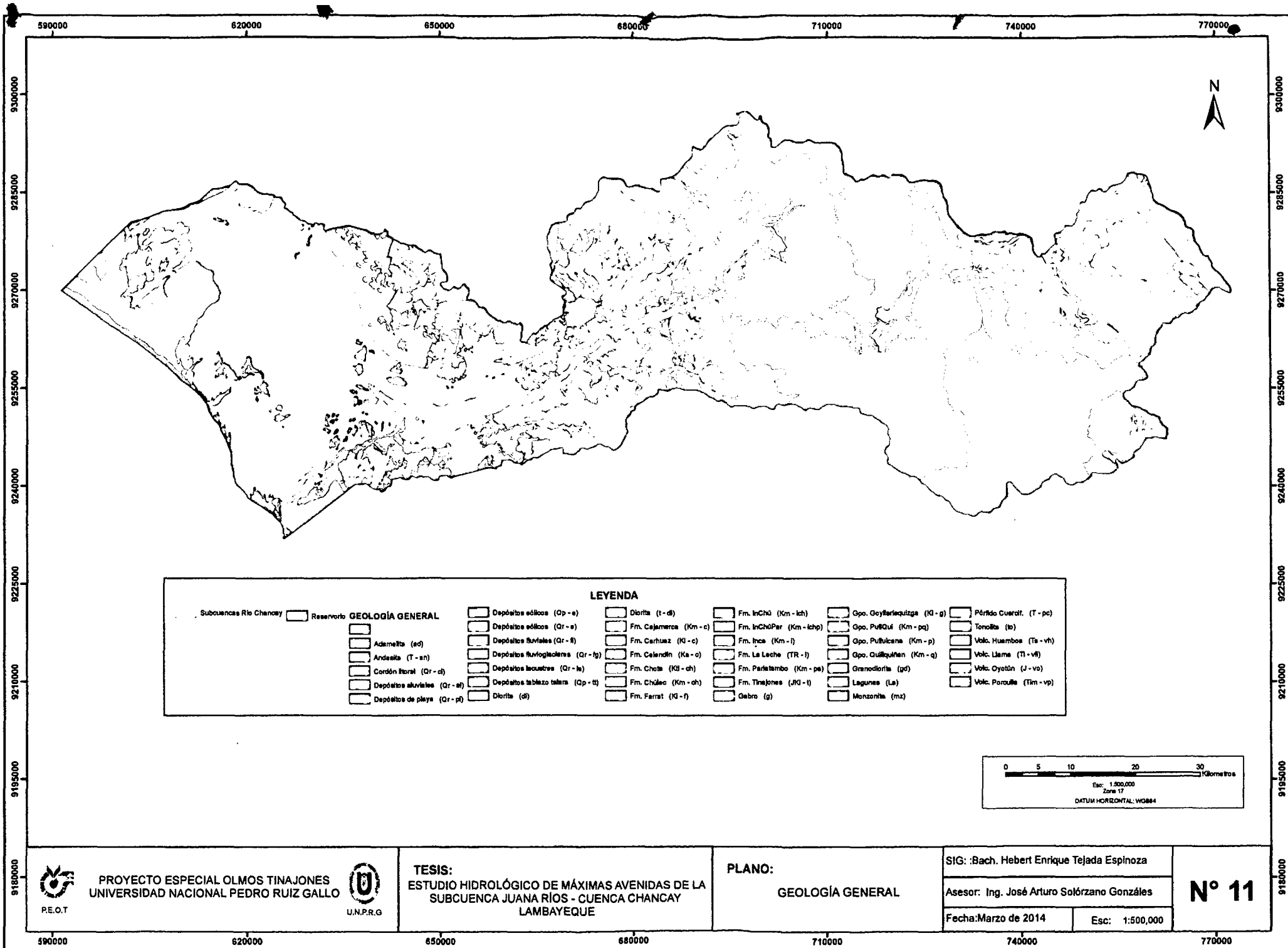
StG: :Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

Esc: 1:700,000

N° 10



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



TESIS:
ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
LAMBAYEQUE

PLANO:
GEOLOGÍA GENERAL

SIG: Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

Fecha: Marzo de 2014

Escala: 1:500,000

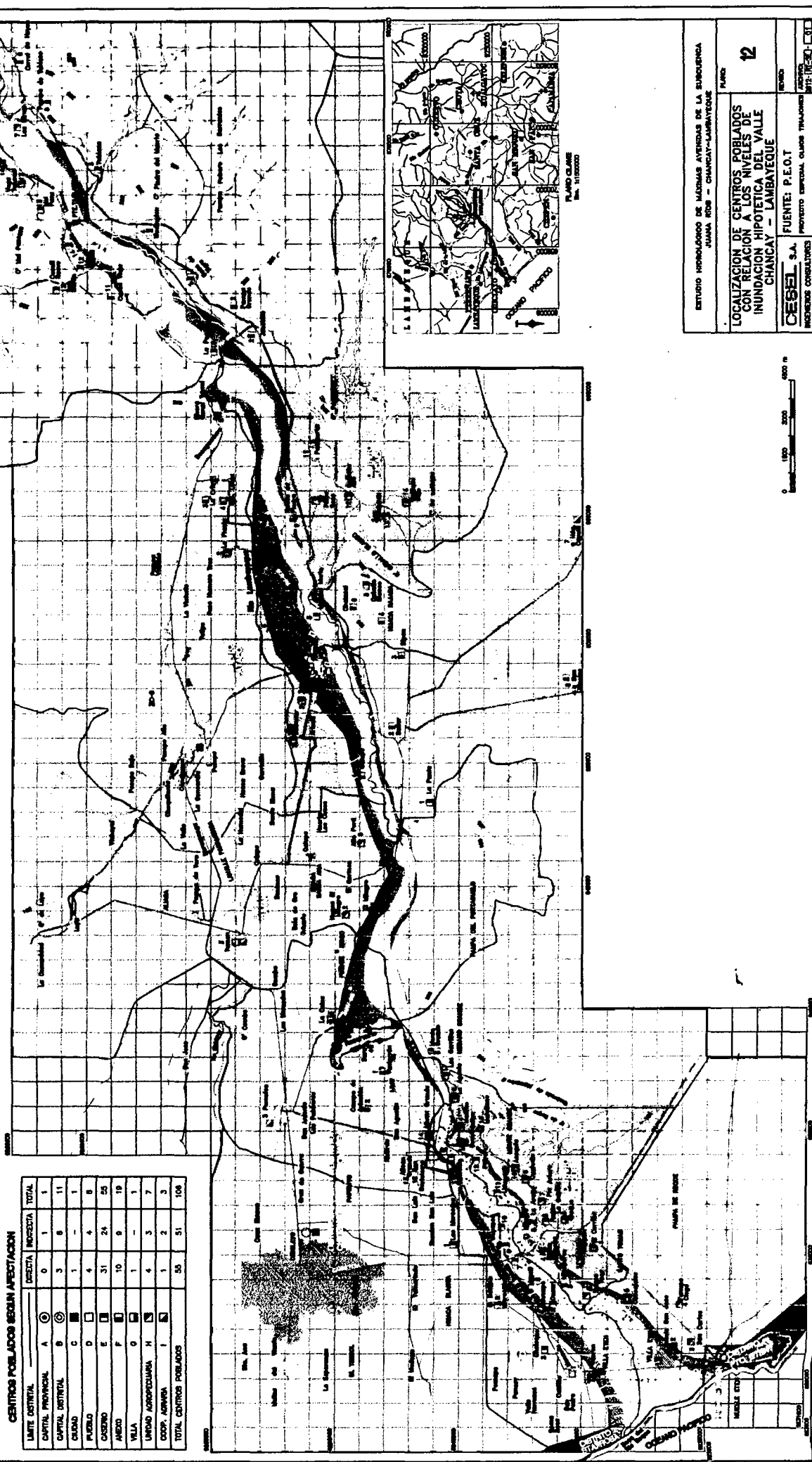
N° 11

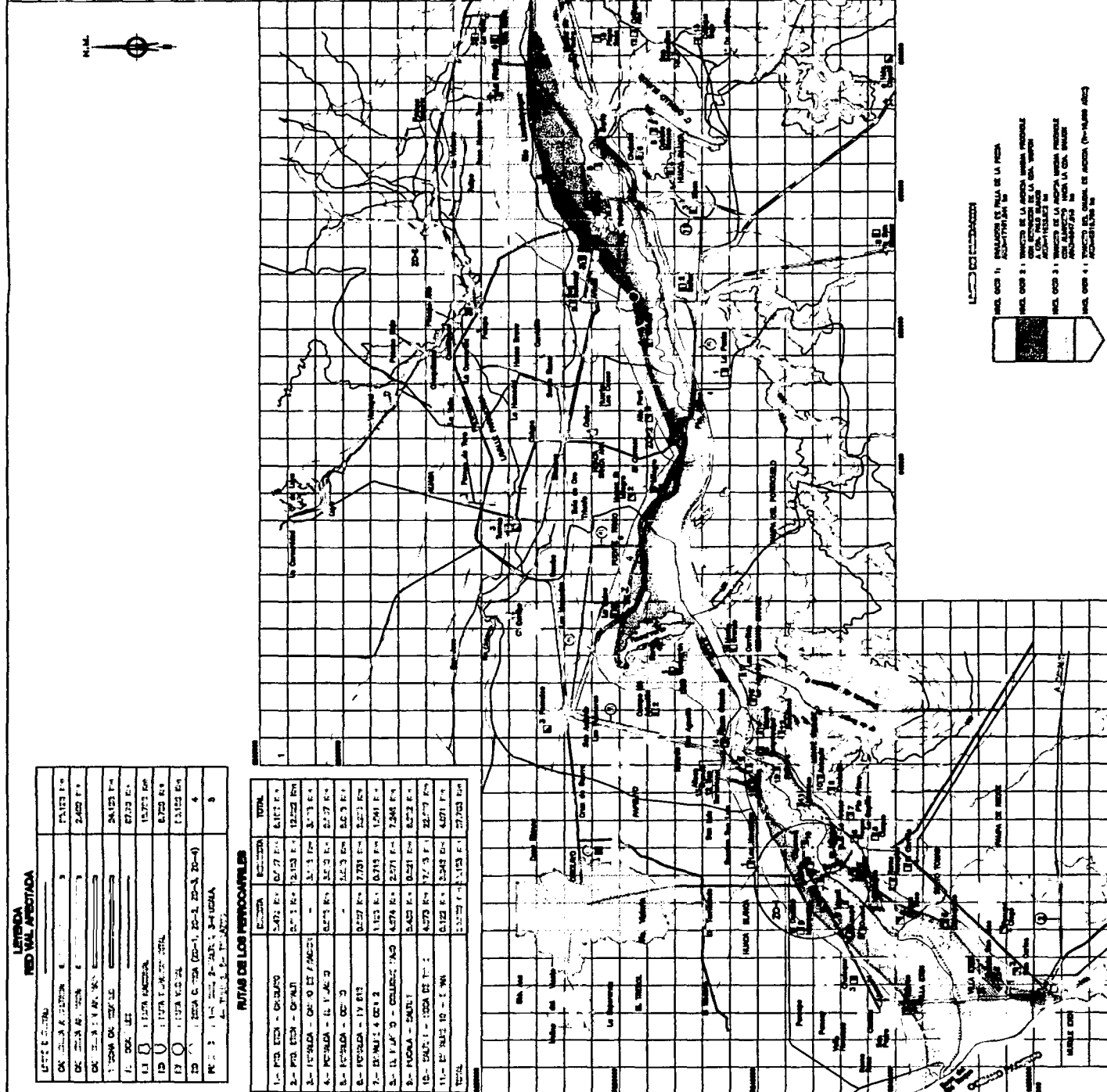
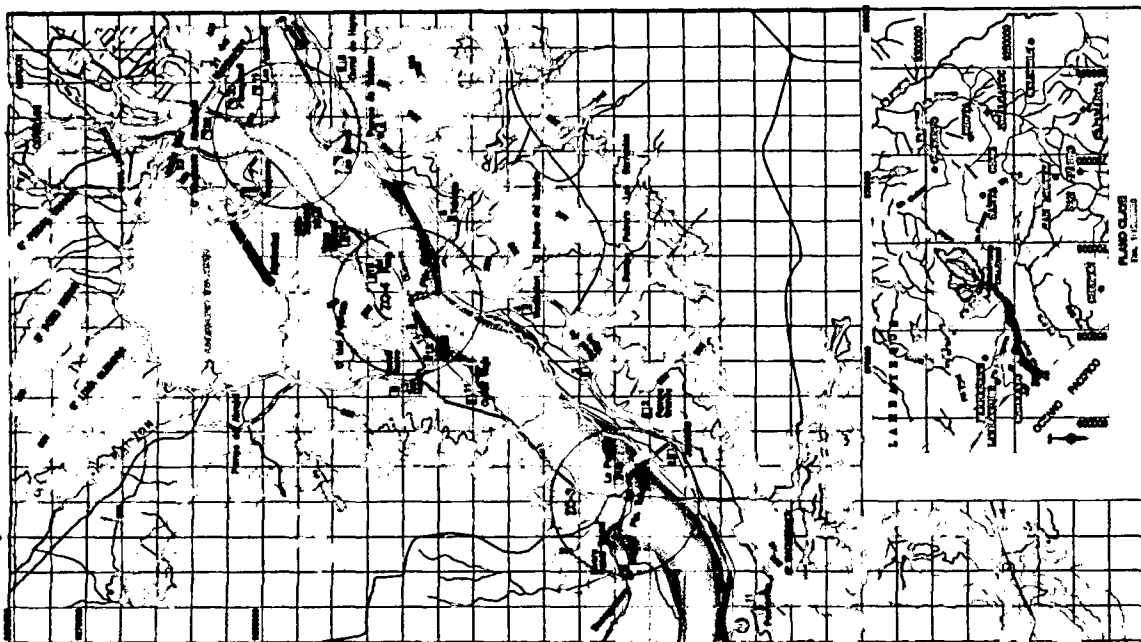
CUADRO DE INUNDACIÓN POR DEFINITOS - HECTÁREAS (ha)

[illegible]





CENTROS POBLADOS SEGUN AFECTACION

UNIDAD ADMINISTRATIVA	DESETE	INDESETE	TOTAL
UNIDAD ADMINISTRATIVA	H	4	3
COOP. AMBREA	I	2	3
TOTAL CENTROS DEBILITADOS		58	51
UNIDAD ADMINISTRATIVA	H	4	3
COOP. AMBREA	I	2	3
TOTAL CENTROS DEBILITADOS		58	51



[illegible]

	EXPENSE	REVENUE	TOTAL
1- FUEL	2,472 E	6,777 E	4,305 E
2- FUEL	2,712 E	2,153 E	559 E
3- FUEL	-	2,153 E	2,153 E
4- FUEL	6,673 E	-	6,673 E
5- FUEL	-	5,673 E	5,673 E
6- FUEL	7,733 E	-	7,733 E
7- FUEL	1,112 E	1,919 E	807 E
8- FUEL	4,974 E	2,571 E	2,403 E
9- FUEL	3,423 E	6,231 E	2,808 E
10- FUEL	4,373 E	7,173 E	2,800 E
11- FUEL	6,123 E	2,348 E	3,775 E
TOTAL	2,273 E	2,153 E	100 E

	<p>INCL. CUBO 1: PASADISE DE PULLA DE LA PIEDRA 402-47701241 24 m</p>
	<p>INCL. CUBO 2: TRACTO DE LA AGRICOLA MARIA PROBLE CON RECTIFICACION DE LA COL. VENTON A UN PAIS BLANCO 402-47701241 24 m</p>
	<p>INCL. CUBO 3: TRACTO DE LA AGRICOLA MARIA PROBLE CON RECTIFICACION DE LA COL. VENTON 402-47701241 24 m</p>
	<p>INCL. CUBO 4: TRACTO DEL OMBRA DE AGRICOLA (N-144) 402-47701241 24 m</p>

CUADRO DE RENDIMIENTO POR DISTRITO - HECTARIAS (ha)									
CANAL	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	TOTAL
1- CANAL DE LA PIEDRA	100.740	119.240	200.000	80.000	870.000	101.000	170.000	270.000	1701.000
2- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
3- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
4- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
5- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
6- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
7- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
8- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
9- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
10- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000

CUADRO DE RENDIMIENTO EN ZONAS DE AGRICULTURA - HECTARIAS (ha)

CANAL	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	TOTAL
1- CANAL DE LA PIEDRA	100.740	119.240	200.000	80.000	870.000	101.000	170.000	270.000	1701.000
2- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
3- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
4- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
5- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
6- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
7- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
8- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
9- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000
10- CANAL DE LA PIEDRA	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	800.000

ACCESOS				CANALES			
DIRECTA	INDIRECTA	TOTAL		DIRECTA	INDIRECTA	TOTAL	
1- ACCESO EL COMBO	5.701 Km	5.701 Km	5.701 Km	10- CANAL LAS URSAS	0.036 Km	0.036 Km	0.036 Km
2- ACCESO SANTA ROSA	3.000 Km	3.000 Km	3.000 Km	11- CANAL VEGA TIBOL	1.132 Km	1.132 Km	1.132 Km
3- ACCESO CALLE 10	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	12- CANAL EL PALMO	1.425 Km	1.425 Km	1.425 Km
4- ACCESO CALLE 11	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	13- CANAL PAMPANARE	0.070 Km	0.070 Km	0.070 Km
5- ACCESO CALLE 12	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	14- CANAL SAN JUAN	1.183 Km	1.183 Km	1.183 Km
6- ACCESO CALLE 13	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	15- CANAL MONTEU	1.810 Km	1.810 Km	1.810 Km
7- ACCESO CALLE 14	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	16- CANAL MONTEU	1.810 Km	1.810 Km	1.810 Km
8- ACCESO CALLE 15	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	17- CANAL MONTEU	1.148 Km	1.148 Km	1.148 Km
9- ACCESO CALLE 16	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	18- CANAL MONTEU	1.148 Km	1.148 Km	1.148 Km
TOTAL	32.424 Km	32.424 Km	32.424 Km	TOTAL	28.208 Km	28.208 Km	28.208 Km

ACCESOS				CANALES			
DIRECTA	INDIRECTA	TOTAL		DIRECTA	INDIRECTA	TOTAL	
1- ACCESO EL COMBO	5.701 Km	5.701 Km	5.701 Km	10- CANAL LAS URSAS	0.036 Km	0.036 Km	0.036 Km
2- ACCESO SANTA ROSA	3.000 Km	3.000 Km	3.000 Km	11- CANAL VEGA TIBOL	1.132 Km	1.132 Km	1.132 Km
3- ACCESO CALLE 10	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	12- CANAL EL PALMO	1.425 Km	1.425 Km	1.425 Km
4- ACCESO CALLE 11	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	13- CANAL PAMPANARE	0.070 Km	0.070 Km	0.070 Km
5- ACCESO CALLE 12	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	14- CANAL SAN JUAN	1.183 Km	1.183 Km	1.183 Km
6- ACCESO CALLE 13	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	15- CANAL MONTEU	1.810 Km	1.810 Km	1.810 Km
7- ACCESO CALLE 14	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	16- CANAL MONTEU	1.810 Km	1.810 Km	1.810 Km
8- ACCESO CALLE 15	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	17- CANAL MONTEU	1.148 Km	1.148 Km	1.148 Km
9- ACCESO CALLE 16	1.000 Km	1.000 Km	1.000 Km	18- CANAL MONTEU	1.148 Km	1.148 Km	1.148 Km
TOTAL	32.424 Km	32.424 Km	32.424 Km	TOTAL	28.208 Km	28.208 Km	28.208 Km

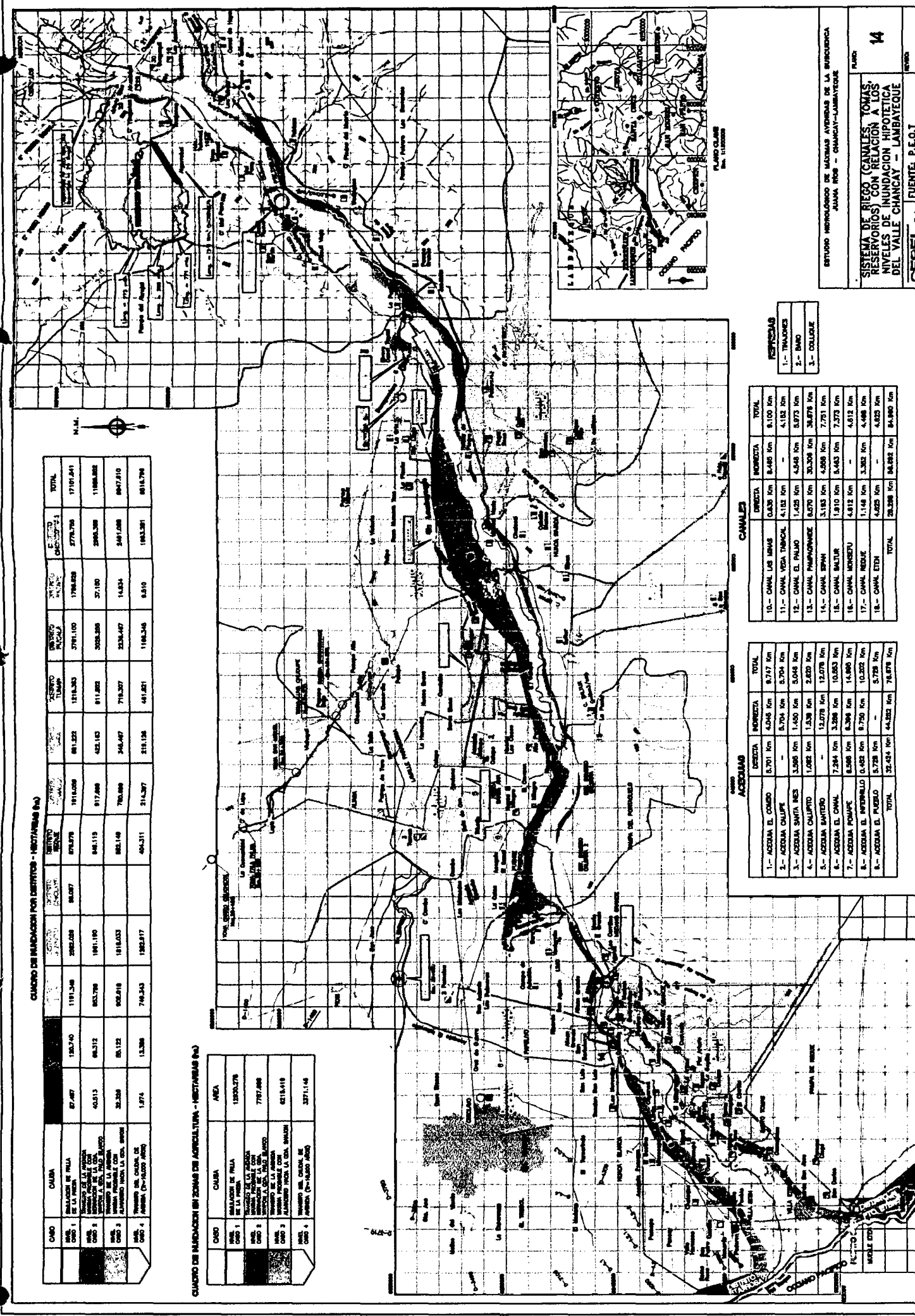
REPEROS
1- TRILLOS
2- BARRIO
3- COLLAGE

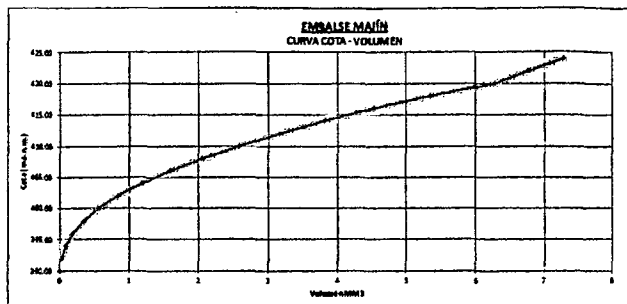
ESTUDIO HIDROLOGICO DE MUJERAS AVENIDAS DE LA BURENCIA
AUNA ROS - CHANCAY-LAMAYTEQUE

SISTEMA DE REGO CANALES TOMAS
RESERVORIOS CON RELACION A LOS
NIVELES DE INUNDACION HIPOTETICA
DEL VALLE CHANCAY - LAMAYTEQUE

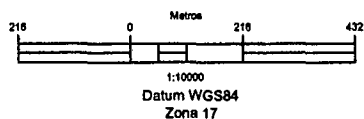
CESEL S.A.
FONTE P.E.O.T
PROYECTO ESPECIAL CUADRO TRILLOS
11-11-11

14

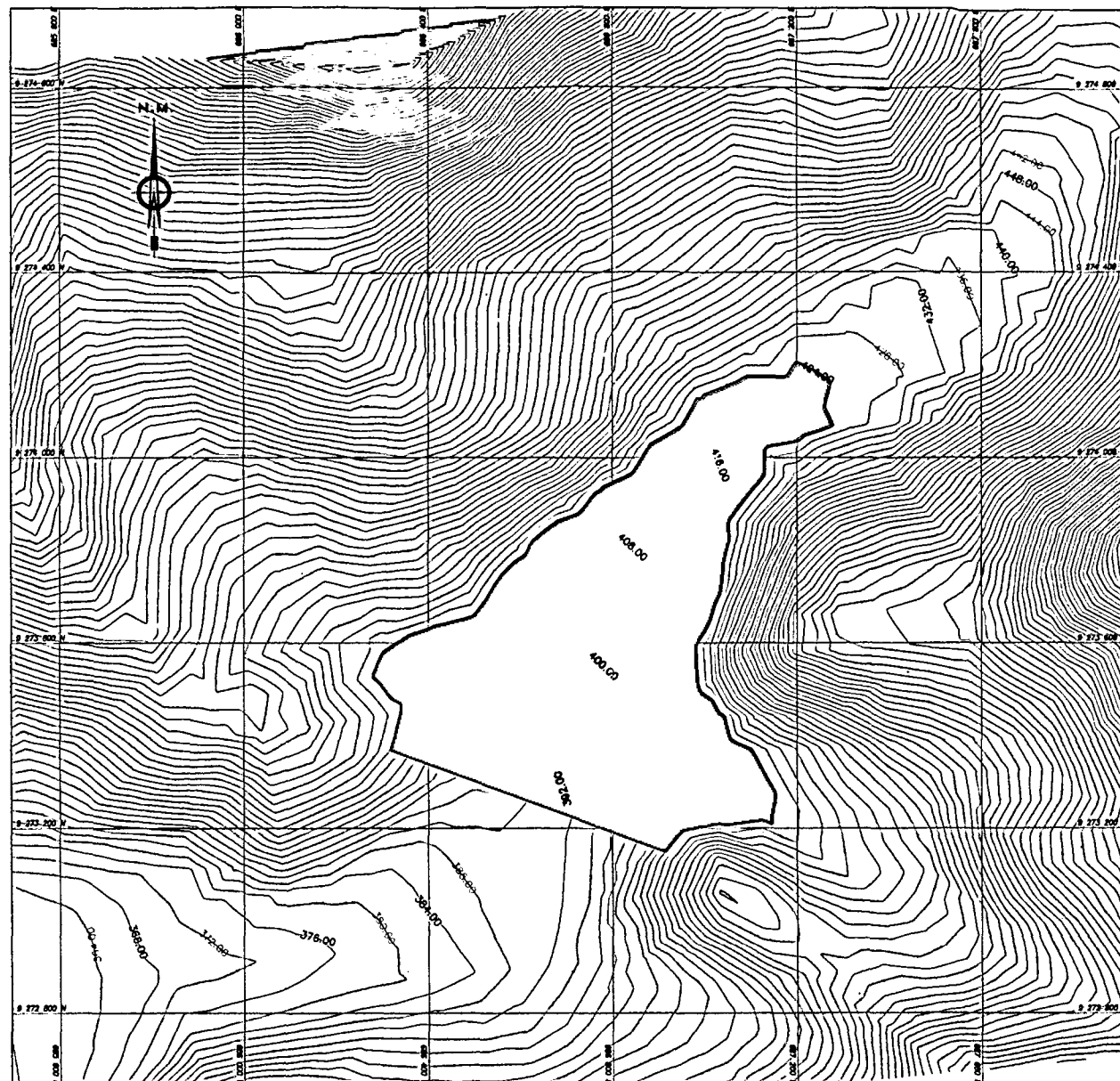




Presa : Majin
 Altura de presa : 34 m
 Longitud de presa : 600 m
 Área de espejo de agua : 51.99 Ha
 Volumen de embalse : 7.3 mm3



VOLUMEN MM3	COTA
TOTAL	(metros)
0	360.00
30,428.31	362.00
76,784.88	364.00
183,792.97	366.00
345,582.47	368.00
563,478.97	369.00
842,808.07	370.00
1,188,678.44	371.00
1,588,973.89	372.00
2,086,748.29	373.00
2,589,184.80	374.00
3,187,920.84	375.00
3,808,873.86	376.00
4,534,084.17	377.00
5,330,478.17	378.00
6,284,125.02	379.00
7,387,986.30	380.00
8,787,478.88	381.00



GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYUE
 PROYECTO ESPECIAL OLMOS-TINAJONES



TESIS :
 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA
 SUBCUENCA JUANA RÍOS - CUENCA CHANCAY
 LAMBAYUE

ELABORADO POR :
 Bach. Hebert Enrique Tejada Espinoza
 ASESOR :
 Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

PLANO:
 PRESA MAJIN - VASO

FECHA: Marzo de 2014
 ESCALA: 1/5000

N° 15